ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

DIXIEME SÉRIE

BOTANIQUE

B 4.70

CORBEIL. — IMPRIMERIE CRÉTÉ

QK1
.A4632
ser.10
v.7

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

DIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. J. COSTANTIN

TOME VII

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1925

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 23 1927
GARDEN LIBRARY.

Droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

Xe SÉRIE. T. VII. No 1.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

DIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. J. COSTANTIN

TOME VII. — No 1.

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1925

Ce fascicule a été publié en Juin 1925.

RECEIVED JUL 16 192 GARDEN LIBR

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. J. Costantin.

L'abonnement est fait pour 1 volume gr. in-8, avec planches et figures dans le texte.

Ce volume paraît en plusieurs fascicules.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. E.-L. Bouvier.

L'abonnement est fait pour 1 volume grand in-8, avec planches et figures dans le texte.

Ce volume paraît en plusieurs fascicules.

Abonnement à chacune des parties, Zoologie ou Botanique.

France : 50 francs. — Union postale : 60 francs.

Le Numéro simple : 10 fr.

Prix des collections :

Première Série (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol. *(Épuisée.)*
Il reste quelques années 1824 à 1826. 1828. 1833 en vente chacune à ..... 100 fr.
Tables générales de la 1re Série 1 vol. in-8..... 100 fr.
Deuxième Série (1834-1843). Chaque partie, 20 vol. *(Rare.)*
Quelques années sont en vente à ..... 80 fr.
Troisième Série (1844-1853). Chaque partie, 20 vol. Chaque année. 80 fr.
(Les années 1845 à 1848 et 1853 Zoologie et 1844 Botanique sont épuisées.)
Quatrième Série (1854-1863). Chaque partie, 20 vol. Chaque année. 80 fr.
(Les années 1854 et 1863 Botanique sont épuisées.)
Cinquième Série (1864-1874). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Sixième Série (1875-1884). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Septième Série (1885-1894). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
(L'année 1892 de Botanique est épuisée.)
Huitième Série (1895-1904). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Neuvième Série (1905-1915). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Dixième Série (1916-1924). Zoo. Tomes I-II, III-IV, V à VII, à 80 fr.
— Bot. Tomes I-II, III, IV à VI, à 80 fr.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées par MM. Hébert et A. Milne-Edwards.

Tomes I à XXII (1879-1891).

22 volumes..... 440 fr.

Cette publication a été remplacée par les

ANNALES DE PALÉONTOLOGIE

publiées sous la direction de M. M. Boule.

Abonnement annuel :

Paris et Départements... 60 fr. — Étranger..... 70 fr.

Le Fascicule simple : 18 fr.

ESSAI
SUR LA VÉGÉTATION DES MARES
DE LA
FORÊT DE FONTAINEBLEAU

Par Marcel DENIS

INTRODUCTION

A croire certains naturalistes mal informés, on s'imaginerait qu'il ne reste plus rien à découvrir, en botanique, aux environs de Paris. La flore et la végétation de cette région parcourue en tous sens, depuis longtemps, semblent, nécessairement, bien connues. En dehors d'un lot d'espèces adventices, peuplade errante et variable, la statistique floristique est contenue à très peu de chose près dans l'ouvrage de Cosson et Germain, publié dès 1861. Quant à la végétation, elle ne saurait faire l'objet d'études intéressantes, l'intensité de l'activité humaine ayant dû dégrader partout sa physionomie primitive.

De tous les pays de la région parisienne qui justifieraient le mieux l'opinion précédente, Fontainebleau doit être mis au premier rang. Sa réputation floristique remonte au temps des premières herborisations de Gaston d'Orléans. A la suite de ce prince éclairé, qu'on a pu appeler, à juste titre, le Père de la Botanique française, nombreux furent ceux qui visitèrent la forêt de Fontainebleau, à la recherche des plantes rares. Le pays était sauvage, un des plus curieux de France. L'antique forêt de Bière étendait partout ses landes et ses futaies, jusqu'aux confins du Gâtinais, pays aride, dont le

ANN. DES SC. NAT. BOT., 10e série, VII, 1925.

nom seul évoque une terre dévastée. Il n'entre pas dans mes desseins d'évoquer tous les attraits extérieurs de cette région austère. On me le reprocherait d'ailleurs. Mais, le naturaliste le plus indifférent au côté pittoresque de ce qu'il touche, y devient ici fatalement sensible ; on venait à Fontainebleau autant en amoureux de la nature qu'en amateur de plantes rares.

Cette tradition n'est pas perdue et tous les botanistes parisiens connaissent la forêt de Fontainebleau. Comment s'étonner que, dès le XVIIe siècle, la flore de cette forêt soit devenue la plus connue des flores parisiennes (1) ! Un pays aussi privilégié ne doit plus avoir aucun secret à livrer. Il paraît parfaitement oiseux de venir parler botanique après que sont passés Gaston d'Orléans, Tournefort, Vaillant, Jussieu, Danty d'Isnard, Bulliard, Linné même, puis Mérat, de Schœnefeld, Thuillier, Maire, Ramond, Weddell, Cosson et Germain de Saint-Pierre, pour ne citer que les plus illustres des anciens visiteurs. Et cependant, ni la flore *totale* de Fontainebleau ni sa végétation ne sont connues d'une manière satisfaisante et digne de cette région, classique entre toutes. S'il n'existe plus de Phanérogames à trouver, peut-on dire que le domaine des Cryptogames ait livré tous ses secrets ? Les Muscinées ont déjà fait l'objet de recherches étendues de la part de E. Roze et E. Bescherelle (*14-15*), F. Camus (*29-33*), E. Jeanpert (*131*), A. Finot (*82*), P. Duclos (*72*), mais il reste encore à compléter et à coordonner tous les résultats. Les Champignons sont relativement bien connus ; Fontainebleau est un pays réputé des mycologues, cependant, là encore, les observations restent éparses, incoordinées et limitées aux groupes supérieurs, exception faite pour l'étude des Myxomycètes de la forêt par S. Buchet, H. Chermezon et F. Évrard (*28*). Nos connaissances sur les Lichens sont plus fragmentaires encore : ces plantes n'ont sollicité qu'en passant l'attention du célèbre Nylander (*161*), et c'est regrettable. Enfin, plus on descend l'échelle des Cryptogames, plus on pénètre en terrain inconnu, et on ne sait à peu près rien

(1) Les premières indications sur la flore bellifontaine se trouvent dans l'*Enchiridium botanicum parisiense*, de JACOBUS CORNUTI, 1639.

des Algues d'eau douce ou subaériennes de la Forêt. Ce fait n'est malheureusement pas spécial à Fontainebleau. C'est moins au manque d'algologues, pendant la seconde moitié du XIXe siècle, qu'à leur persévérance insuffisante, d'ailleurs très justifiable, qu'il faut attribuer cette carence documentaire relative à la région parisienne. P. Petit, absorbé par ses occupations professionnelles, ne publia que des listes forcément incomplètes (*173*, *175*, *177*, *179*), M. Gomont, spécialisé, avec la maîtrise que l'on sait, dans l'étude des Myxophycées, n'envisagea, pour cette raison, qu'une partie de la microflore, et M. Cornu (*47*), nommé professeur de culture au Muséum, dut abandonner les études cryptogamiques qu'il avait entreprises. En dehors de ces observations, déjà anciennes, on ne peut citer que très peu de travaux ayant trait aux Algues des environs de Paris (*2*, *3*, *53 bis*, *56 bis*, *59*, *156*), et encore ces deux derniers seulement se rapportent-ils à la région de Fontainebleau.

En ce qui concerne la végétation, il faut déplorer, plus encore, le petit nombre de travaux qu'on lui a consacrés. A l'exception de récits d'herborisation, d'un intérêt sociologique médiocre, il n'existe aucun travail d'ensemble. Il faut savoir gré à F. Évrard d'avoir réuni en un volume, sans considérations théoriques aucune, les résultats floristiques de ses nombreuses excursions dans le Gâtinais (*80*). Mais, ce mémoire, plus chorologique que sociologique, ne pénètre pas dans la connaissance des associations végétales, et il faut reconnaître le caractère provisoire des « facies » entre lesquels se trouvent partagés les types de la végétation bellifontaine. En particulier, le facies de mares tourbeuses, qui intéresse le sujet traité ici, est beaucoup trop compréhensif.

Ainsi, la connaissance biologique de la forêt de Fontainebleau laisse, en bien des points, à désirer. La flore cryptogamique, incomplètement et inégalement connue, n'est pas coordonnée ; l'étude statique et dynamique des groupements forestiers est tout entière à faire. Malgré les discussions qui mirent aux prises, dans le deuxième tiers du XIXe siècle, P. Fliche (*86*), C. Contejean (*45*), W. de Schœnefeld (*199*), E. Bureau et J. Vallot (*223*), sait-on exactement ce qui revient

à la constitution physique ou à la nature chimique du sol de la forêt, dans leurs rapports avec la végétation ?

Parmi les multiples questions que suggère l'observation de la végétation bellifontaine, l'étude des mares de la forêt me paraît être une de celles qui présentent le plus d'intérêt pour des motifs divers.

Qu'est-ce donc que ces mares ? A la vérité, fort peu de chose pour celui qui les découvre en automne : quelques cuvettes d'eau au creux des rochers, parmi les bruyères, et c'est tout. Avec les pluies d'hiver et de printemps, les creux s'emplissent, mais la masse d'eau ne devient jamais très importante. Malgré leur allure modeste, les mares s'imposent toujours à l'attention. Leur apparition met, pour un instant, une trêve à l'excessive sécheresse du sol, et le paysage végétal qui se déroulait toujours le même, cesse brusquement. A la forêt et la lande succède une végétation différente, où l'œil ne tarde pas à découvrir des espèces qui comptent parmi les plus rares de la région. Gaston d'Orléans les avait déjà remarquées, et nous en avons la preuve, dans un manuscrit déposé à la Bibliothèque Nationale, au fonds latin, sous le n° 6824. Ce manuscrit a pour titre : *Index plantarum Augustissimi principis, Regis patrui, Aurelianensium ducis, iussu et largitione in Gallia conquisitarum ab anno 1648 ad 1657.* C'est un recueil précieux sur la flore de Fontainebleau et celle du Blésois au milieu du XVIIe siècle. Gaston d'Orléans visita sûrement les mares de la forêt, puisqu'il mentionne, par la plume de son secrétaire Brunyer, *in sylva regia* Fontainebleau, des plantes qui ne se rencontrent pas ailleurs que dans les mares. Ce sont, par exemple, dans la nomenclature du Πιναξ de G. Bauhin : *Polygala repens nivea* (= *Illecebrum verticillatum* L.), *Sedum palustre glabrum, flore purpureo* (= *Bulliarda Vaillantii* DC.).

C'est probablement sur les indications de Gaston d'Orléans que Tournefort, à la fin du XVIIe siècle, herborisant à Bellecroix, y découvre *Illecebrum verticillatum*, *Bulliarda Vaillantii* et *Hypnum fluitans*, ainsi qu'en témoigne son *Histoire des plantes qui croissent aux environs de Paris* (2e édition, 1725). Quelque temps après, S. Vaillant mentionne, dans le *Bota-*

nicon Parisiense (édition 1728), dont il est l'auteur, la présence de diverses espèces rares dans les « mares de la forest où l'eau a croupi pendant l'hyver ». Telles sont : *Ranunculus nodiflorus*, *Elatine hexandra*, *E. Alsinastrum*, *Illecebrum verticillatum*, *Bulliarda Vaillantii*, *Helosciadium inundatum*, *Pilularia globulifera*, *Scapania undulata*, *Riccia fluitans*. Il faudrait citer ensuite, tous ceux qui ont contribué à la connaissance complète de la flore des mares, mais à quoi bon? La somme de leurs découvertes est connue à peu de chose près, et combien a-t-on ajouté d'espèces à la flore de Cosson et Germain (2e édition)? D'ailleurs, la flore vasculaire et muscinale ne forme qu'une partie de la flore totale des mares. Dans l'eau, s'agite une foule d'organismes dont on ne connaît point l'inventaire. Jusqu'ici, on avait à peu près négligé cette flore qui constitue la majorité de la population vivante des mares : aussi, ce mémoire devait-il apporter d'abord, une contribution à la connaissance de la flore algologique. Mais, Phanérogames, Bryophytes ou Algues, sont engagés dans un complexe vivant aux multiples réactions. Une sèche énumération d'espèces serait impuissante à nous donner le tableau de cette activité. Je voudrais avoir su en saisir assez de phases pour montrer aux biologistes que les mares de Fontainebleau méritent plus d'attention que n'en semblerait réclamer la modestie de leur apparence.

L'existence d'un laboratoire de Biologie Végétale à Avon, dans la forêt de Fontainebleau, a grandement facilité mon travail. Le regretté professeur G. Bonnier m'y avait accueilli avec sa bienveillance coutumière, pour laquelle je n'ai que reconnaissance. M. le doyen M. Molliard, directeur du Laboratoire, s'est toujours intéressé à mes recherches, et je l'en remercie bien vivement. Depuis 1918, je suis allé à peu près chaque mois à Fontainebleau et j'ai fait de fréquents séjours à Avon, où M. L. Dufour, directeur adjoint, m'a reçu avec sa cordialité habituelle. Qu'il veuille bien croire à toute ma gratitude. Je prie MM. Mangin, Lecomte, Chauveaud, Moreau de bien vouloir agréer mes remercîments pour toutes

les facilités de travail que j'ai trouvées dans les laboratoires qu'ils dirigent, soit au Muséum, soit à la Faculté des Sciences de Paris ou de Clermont. Je remercie cordialement, aussi, mon ami P. Allorge pour ses suggestions judicieuses. Enfin, j'adresse mes remercîments à Messieurs les membres de la Commission de la Caisse des Recherches Scientifiques, pour avoir aidé à la publication de ce travail par l'attribution d'une subvention.

I

PHYSIOGRAPHIE

Le relief de la forêt de Fontainebleau (1) est un des plus curieux de la région parisienne. On l'a comparé, assez drôlement, mais justement, à une tôle ondulée.

De fait, l'alternance régulière, sur un vaste territoire, de bandes en saillie avec des vallées intermédiaires constitue un type morphologique comme il n'en existe guère ailleurs dans le bassin parisien, et cela assure à cette partie du Gâtinais français une personnalité physiographique bien définie.

Les parties en relief sont de longues tables gréseuses (Plattières) surmontées ou non par des calcaires. On peut distinguer (Cf. *10*) une dizaine de ces bandes gréseuses, orientées est-sud-est, ouest-nord-ouest : la bande gréseuse de la Glandée au mont Gauthier, la bande gréseuse du rocher Canon au rocher Margot, la bande gréseuse du rocher Cuvier-Châtillon au rocher Saint-Germain, la bande gréseuse du rocher d'Apremont au mont Ussy et au Calvaire, la bande gréseuse du rocher Franchard au rocher d'Avon, la bande gréseuse du rocher de Milly au rocher Bouligny, la bande gréseuse du rocher de la Combe au Fourceau et rocher Besnard, la bande gréseuse de la Haute-Borne au Long-Rocher, la bande gréseuse des hauteurs de Bourron.

Entre ces lignes de relief, s'étendent de vastes vallées sableuses, dans lesquelles viennent s'ébouler, en chaos pittoresques, le rebord des plattières gréseuses dont le support meuble est déblayé par l'érosion.

Les sables, dits de Fontainebleau, sont fins, pulvérulents, extrêmement perméables, très blancs, quelquefois micacés

(1) Carte géologique au 1/80 000, feuilles nos 65, 66, 80, 81.

ou ferrugineux (1), mais le plus souvent constitués par de la silice presque pure. Les grès des plattières résultent de la consolidation locale des sables par un ciment purement siliceux, apporté par les eaux ; ce sont des roches dures, presque des quartzites, absolument imperméables et à peu près inattaquables par l'eau pure ou chargée de gaz carbonique.

Sables et grès, d'âge oligocène (Rupélien), reposent sur les dépôts plus anciens du calcaire de Brie (Lattorfien).

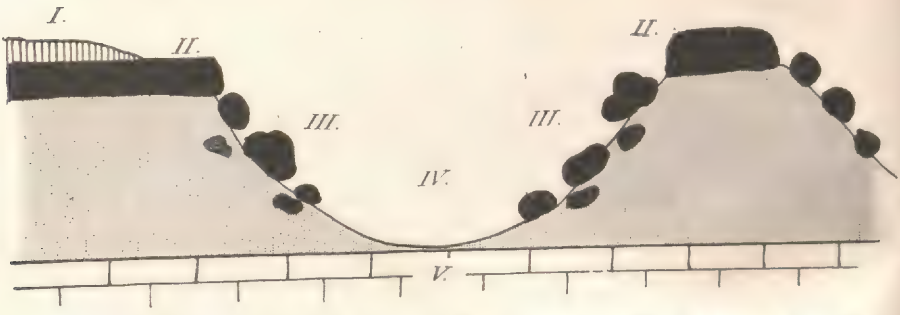


Fig. 1. — Schéma type du relief de la forêt de Fontainebleau ; I, « monts » (calcaire d'Étampes-Chattien) ; II, « plattières » gréseuses dont le rebord est éboulé, en III, dans la vallée sableuse IV (III et IV, grès et sables de Fontainebleau-Rupélien) ; V, calcaire de la Brie (Lattorfien). Mares sur les plattières gréseuses (II) ou, au fond des vallées sableuses, au contact IV-V.

Les calcaires, qui recouvrent parfois les grès, sont blanchâtres, durs, souvent silicifiés, perméables. Ils se sont déposés immédiatement avant les calcaires de Beauce ; on les désigne sous le nom de calcaires d'Étampes (Chattien). A Fontainebleau, ils apparaissent dans les parties hautes de la forêt et, recouverts ou non de limon des plateaux, constituent le sommet des monts : monts de Fays, mont Chauvet, mont Morillon, mont Merle, Haut-Mont, etc.

L'alternance des terrains est soulignée d'une manière nette par la végétation.

Les monts calcaires sont recouverts par une belle futaie mixte de Hêtres et Chênes, avec leurs coassociés. Dans les clairières, on trouve des associations de pelouses xérophiles avec *Bromus erectus*, *Brachypodium pinnatum*, *Sesleria cærulea*.

(1) Limonite provenant de l'oxydation de la psilomélane.

A celles-ci se rattache floristiquement et dynamiquement une association plus xérophile encore, à *Coronilla minima*, *Fumana procumbens* et *Festuca duriuscula*, localisée dans les pierrailles, à l'affleurement du calcaire d'Étampes. Les sables ou les plattières gréseuses sont le lieu d'élection de la lande à *Calluna-Sarothamnus-Betula*, qui correspond, visiblement, à une forte dégradation forestière due au déboisement exagéré ou aux incendies. Dans ces landes ternes, immenses, dans cette « gâtine », on rencontre les groupements les plus différents, depuis la Corynéphoraie, très xérophile, ou les associations rupestres de Lichens encroûtants et de Mousses calcifuges, jusqu'aux associations de mares de Bruyère, qui seront étudiées ici. Enfin, de vastes plantations de Résineux tranchent sur le fond de la végétation naturelle et en compliquent le caractère.

A noter l'absence de groupements hygrophiles en dehors des mares et de quelques rochers humides.

Ce curieux paysage de la forêt de Fontainebleau est très localisé dans le Bassin de Paris, et cela pour une raison géologique très simple : l'enfouissement des couches de terrain, de l'est vers l'ouest et du nord au sud.

A l'est de la forêt, l'érosion a fait disparaître le calcaire d'Étampes, les bancs de grès ont été déchaussés, les sables emportés et, de cette manière, le soubassement du calcaire de Brie est apparu, constituant la surface topographique de la plaine briarde, presque entièrement occupée par des cultures.

A l'ouest et au sud, le calcaire d'Étampes s'étend en un plateau continu qui recouvre les terrains plus anciens : grès et sables plongent sous les plaines de la Beauce et du Hurepoix, puis disparaissent, vers l'ouest du Bassin de Paris, surmontés par d'épais sédiments. Vers le nord, dans l'Ile-de-France, l'érosion a dénudé les grès et sables de Fontainebleau sous forme de hautes buttes isolées, couronnées par la meulière de Montmorency, facies latéral meuliérisé du calcaire d'Étampes.

Les mares de la forêt.

La pluie qui tombe dans la région de Fontainebleau subit des destinées très différentes selon la nature du sol : ou bien l'eau s'infiltre vite à cause de l'extrême perméabilité du sable, ou bien elle est retenue sur les plattières gréseuses imperméables.

Dans le premier cas, l'eau pénètre jusqu'à un niveau imperméable, situé à la base des sables de Fontainebleau. C'est ce niveau humide que longe la ligne du chemin de fer depuis La Rochette jusqu'à Bois-le-Roi et que l'on retrouve à flanc de coteau, au-dessus de la Seine, dans le bois de la Madeleine ou dans le bois Gauthier. C'est le même qui affleure dans la vallée du Ru de Changis. Partout, il se révèle par une flore nettement hygrophile, mais banale.

Dans les bas-fonds des vallées sèches, on rencontre quelquefois, en sous-bois, des mares, au contour vague auréolé par le sol humide. Elles doivent leur origine à la proximité du niveau imperméable, sous une faible épaisseur de sables aisément saturés d'eau. La région la plus remarquable, à cet égard, est celle de l'Épine-Foreuse, au nord de la forêt, où se trouvent, entre autres, les grandes mares aux Évées et à Beauge.

L'eau tombée sur les plateaux gréseux se rassemble, dans les dépressions, en des mares d'importance inégale. A l'exception des rochers démantelés ou fissurés de diaclases, toutes les tables gréseuses de la forêt sont susceptibles de supporter des mares. Elles les jalonnent d'ailleurs tout au long de leur affleurement.

La carte phytogéographique qui est annexée à la thèse de F. Évrard (*80*) met nettement en évidence la dispersion de ces mares le long des plattières. Pour la raison tectonique énoncée ci-avant, les mares sur grès n'existent pas dans le Bassin de Paris en dehors du Gâtinais français et des contrées voisines. On en rencontre quelques-unes à l'ouest de Fontainebleau, à La Ferté-Alais, à Janville, à Orveau, à Boissy-le-Cutté, à Torfou, au bois Noblet sous Étréchy, mais c'est leur extrême limite.

Depuis longtemps, on parle des mares de la forêt de Fontainebleau. La plupart sont déjà nommées dans le remarquable rapport forestier de Paul Barillon d'Amoncourt (*7*). On les cite, çà et là, dans les vieilles chroniques et les récits de chasse de la Maison royale (*52*, *117*).

Les plus grandes sont figurées sur les principales cartes anciennes.

Mais, l'inventaire le plus complet qu'on en ait donné se trouve dans le *Dictionnaire de la forêt de Fontainebleau*, publié par F. Herbet en 1903 (*121*). En dehors des mares qui existent encore actuellement, l'auteur signale celles qui ne sont connues que par des indications historiques.

Les mares que j'ai reconnues et visitées sont les suivantes.

Sur les grès (de l'ouest à l'est et du nord au sud) :

Mare à Piat ;

Mares du plateau de Bellecroix;

Mares du rocher Cassepot, du Touring-Club (création Colinet) ;

Mares des Brigands, aux Biches, aux Sangliers, aux Ligueurs, du mont Chauvet, du mont Ussy (ou Tussi);

Mares de Franchard (près l'abbaye), du plateau de Franchard, aux Pigeons, des gorges du Houx ;

Mares des rochers Corne-Biche, du Carrefour d'Occident, des rochers Bouligny (ou de Bon ligni) ;

Mares du Carrefour d'Achères, de la Salamandre, aux Corneilles, grande mare du Parc-aux-Bœufs, mares près le carrefour du Parc-aux-Bœufs ;

Mares du plateau de la Haute-Borne et mares aux Couleuvreux ;

Mares du mont Aiveu, aux Fées et du plateau de la Mare-aux-Fées.

Dans les vallées sèches :

Mares aux Évées, à Beauge (petite et grande);

Mares de Samois, de Courbuisson;

Mare d'Épisy (ou Belle-Fontaine, ou Fontaine d'Épisy), petite mare près le carrefour d'Épisy (souvent à sec);

Mares de By (trois, presque à sec).

Enfin, il existe, au sud de la forêt, une série de mares (mares

aux Fourmis) sur limon des plateaux, véritables bourbiers d'un intérêt biologique médiocre.

Masse aquatique. — La masse d'eau contenue dans les mares de Fontainebleau est très difficile à apprécier, à cause de la forme variable des cuvettes gréseuses. Nous laisserons de côté les petites flaques d'eau qui se rassemblent au creux des rochers à la première pluie et que le soleil assèche vite. C'est dans ces conditions d'instabilité que l'on trouve certaines Volvocales : *Stephanosphæra pluvialis*, *Hematococcus lacustris* ou des Crustacés phyllopodes : *Branchipus stagnalis*, mais pas de Phanérogames.

Nous ne retiendrons, dans cette étude, que les masses d'eau suffisamment persistantes pour créer un milieu biologique se révélant par une végétation supérieure constante.

Le mot « mare », on va le voir, désigne des objets très différents. Les petites mares du mont Ussy ont environ $0^m,50$ de profondeur, quelquefois moins, et un peu plus du double de diamètre. A ce type se rattachent les mares du mont Chauvet, du rocher Cassepot, des plateaux de Franchard et de Bellecroix. La mare à Piat a plus de 20 mètres de long, 15 mètres environ de large, une profondeur de $1^m,50$. Parmi les plus grandes mares, il faut citer celles aux Évées, à Beauge, aux Fées, aux Pigeons. Mais, les dimensions sont quelque chose d'assez souple, étant données les variations saisonnières de la masse d'eau.

Toutes les mares ont, en commun, un caractère important, c'est la variation saisonnière intense de leur masse aquatique. Celle-ci est fonction de la pluviosité et de l'évaporation ; les variations du niveau traduisent la résultante entre ces deux facteurs.

Depuis les pluies d'automne jusqu'à la fin d'avril, le niveau s'élève et passe par un maximum. Dès le printemps et jusqu'en septembre, le mouvement change de sens, et le niveau minimum correspond à la forte évaporation de l'été.

C'est là le rythme habituel mais, bien entendu, il est susceptible d'être influencé par les conditions météorologiques qui varient d'une année à l'autre. C'est ainsi que, par l'année exceptionnellement sèche de 1921, les petites mares avaient

disparu et les grandes s'étaient transformées en bourbiers sans eau apparente appréciable.

Composition des eaux. —L'origine des mares étant purement météorique et le substratum insoluble, on doit prévoir une très grande pureté des eaux.

Le résultat de simples analyses hydrotimétriques le démontre.

J'ai effectué de ces analyses, avec les précautions opératoires indiquées par M. Langeron (*140*), sur des eaux des mares à Piat, d'Épisy, dumont Chauvet, aux Fées, aux Pigeons, aux Couleuvreux, à Beauge. La différence entre le degré hydrotimétrique total et le degré hydrotimétrique après ébullition est insignifiante et, aux limites de l'erreur près, elle correspond à des traces de carbonate de calcium.

De plus, cette eau est légèrement acide ($P_H = 6$, Mare aux Pigeons).

Enfin, l'eau de ces mares est brune, tenant en suspension des substances humiques précipitables par le $(SO^4)^2Mg$ à saturation, en flocons brun sombre, caractères communs aux eaux de « Dy » (*158*) des milieux pauvres en sels.

En résumé, il faut retenir surtout, comme caractéristiques du milieu « mares » : la variation de la masse aquatique entre de grandes limites, avec, corrélativement, variations de la température et de l'aération, une eau pure, très faiblement minéralisée et acide.

Les conditions écologiques générales des mares expliquent, nous le verrons, une partie des caractères de la végétation. Mais, pas plus ici qu'ailleurs, on ne saurait *déduire* la végétation de l'inspection du milieu. Ce serait plutôt le contraire !

Si le milieu total est à peu près inaccessible dans le détail, le milieu actif, c'est-à-dire la ation, est, *a fortiori*, plus insaisissable encore. Le milieu agit sur la végétation, la végétation elle-même réagit sur le milieu. A analyser le complexe écologique dans toutes ses nuances, on s'épuiserait en efforts vains pour se perdre dans un dédale. Rappelons les paroles d'un écologiste : *We cannot delimit the habitat as habitat* (Tansley).

On ne doit pas, cependant, tomber dans le travers de cer-

tains phytogéographes modernes pour lesquels la description objective, pure et simple, de la végétation, basée sur des relevés statistiques, est le *nec plus ultra* de la sociologie. La végétation est un véritable être vivant complexe qu'on ne peut séparer du milieu extérieur. Malgré cela, mais surtout à cause de l'indétermination de la notion de station, il est logique d'étudier d'abord la végétation en elle-même et de lui subordonner toutes les inductions causales relatives au milieu.

En matière de conclusion, nous pouvons dire avec R. H. Yapp (*243*) que l'ordre normal des recherches écologiques paraît être le suivant : le groupement ou la plante puis, le milieu, c'est-à-dire la sociologie descriptive ou l'autoécologie, puis la synécologie, et non pas l'inverse, comme le soutiennent les écologistes purs, à l'instar de F.-E. Clements.

II

TYPES DE VÉGÉTATION DES MARES DE FONTAINEBLEAU

La végétation des mares de Fontainebleau peut se rattacher à un certain nombre de types concrets, dont l'étude succincte sera le prélude de la partie purement sociologique de ce mémoire.

Les mares des plateaux gréseux se rattachent à deux types : les petites mares peu profondes des plattières (type Bellecroix), les vastes dépressions gréseuses (type mare aux Pigeons).

Les mares des vallées sableuses, moins importantes, se groupent autour d'un type moyen réalisé par la mare de Samois.

I. — Mares des plateaux gréseux.

1. — Petites mares peu profondes des plattières.

Étalé brusquement à l'ouest du carrefour du même nom, le plateau de Bellecroix étend sa surface moutonnée. La lande à *Calluna*, qui le recouvre, envahit les faces sèches en saillie ; dans les dépressions intermédiaires, l'eau s'amasse. Tout ce plateau est ainsi divisé en petites mares et en îlots secs. A tous les pas, la lande est entrecoupée de flaques d'eau.

A la fin de l'hiver, au moment où les mares sont remplies, on voit, sur le fond sombre de la lande que percent de blanc des saillies de la roche, se plaquer le jaune terne des hautes touffes de *Molinia*. L'ensemble de cette grisaille est piqué, çà et là, par le tronc blanc des Bouleaux (*B. alba*, *B. pubescens*) surmontés de leur couronne grêle de bourgeons violets. Des Saules (*S. cinerea*, *S. aurita*), couverts de chatons blancs,

contribuent à heurter encore ce paysage hivernal. A cette époque, la lande de Bellecroix est encadrée par un fond gris, qui ne prendra que plus tard toute sa valeur : c'est la belle futaie de Chênes et de Hêtres des monts de Fais (Fagus) et des monts Girard. Mais c'est au début de l'été qu'il faut voir les mares de Bellecroix, pour juger de leur diversité floristique. Au premier coup d'œil, les plantes semblent y être distribuées d'une manière quelconque, mais il faudrait être un observateur bien superficiel pour ne pas remarquer que certains types de végétation, certains groupements d'espèces se répètent et se juxtaposent en des niveaux constants. L'examen sommaire de la végétation, l'inspection des formes du terrain et la considération du régime des eaux permettent de diviser, de bas en haut, de la manière suivante, la surface mamelonnée des grès, avec ses faces concaves et ses faces convexes, ses cuvettes plus ou moins remplies :

Faces concaves des grès.
1. Cuvettes inférieures : toujours inondées, sauf après un été très sec. — Niveau des *Sphagnum Gravetii* et *Scirpus fluitans*.
2. Cuvettes moyennes : inondées en hiver et au printemps, dessiccation préestivale. — Niveau des *Ranunculus nodiflorus* et *Molinia cærulea*.
3. Cuvettes supérieures : toujours exondées. — Niveau de la lande à *Calluna vulgaris*.

Faces convexes des grès.
Niveau des Lichens crustacés, saxicoles.

Le fond des cuvettes inférieures est tapissé de Muscinées sociales, telles que *Sphagnum Gravetii*, *S. cuspidatum*, *Drepanocladus fluitans*, au milieu desquelles vit une flore algale comprenant de nombreuses espèces, avec, entre autres :

Cyanophycées :
Chroococcus turgidus.
Stigonema ocellatum.
Tolypothrix lanata.

Flagellés :
Phacus Pleuronectes.
Peridinium bipes.
Trachelomonas volvocina.
Chrysostephanosphæra globulifera.

Volvocales :
Volvox minor.
Eudorina elegans.

Tetrasporales :
Asterococcus superbus.
Gleocystis ampla.

Protococcales :
Eremosphæra viridis.
Actidesmium Hookeri.

Desmidiacées :

Cylindrocystis Brebissonii.
Pleurotænium truncatum.
Euastrum elegans.
Closterium gracile.
— *Lunula.*
Micrasterias Crux-melitensis.
Cosmarium reniforme.
— *tetraophthalmum.*
— *Subcucumis.*
— *quadratum.*
Staurastrum alternans.
Staurastrum dejectum.
Desmidium Swartzii.
Hyalotheca dissiliens.

Zygnemacées :

Spirogyra inflata.
— *tenuissima.*
Zygnema ericetorum.

Diatomacées :

Eunotia lunaris.
Pinnularia viridis, etc.

La flore vasculaire est représentée, dans ces cuvettes basses, par:

Helosciadium inundatum.
Callitriche hamulata.
Ranunculus aquatilis.
Ranunculus hololeucos.
— *tripartitus.*
Scirpus fluitans.

Toutes ces espèces semblent réaliser leur optimum végétatif lorsqu'elles végètent dans l'eau. Elles vivent associées avec des espèces de plus grande souplesse écologique, moins spécialisées, que l'on peut rencontrer, communément, au pourtour des cuvettes, dans une région simplement inondable. Telles sont : *Juncus supinus*, *Ranunculus Flammula*, *Helodes palustris*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Galium palustre*, *Scutellaria galericulata*, *Veronica scutellata* et var. *villosa*.

Autour de ces cuvettes inférieures et dans les cuvettes moyennes, se développent des plantes amphibies, aussi souples au changement de milieu que les précédentes, mais d'un autre type morphologique :

Juncus effusus.
— *conglomeratus.*
— *sylvaticus.*
Sparganium simplex.
Heleocharis palustris.
— *multicaulis.*
Carex rostrata.
— *Œderi.*

Des tapis de Sphaignes (*S. acutifolium*, *S. cymbifolium*) s'étalent sur le sol. Partout, les hautes touffes de *Molinia cærulea* dominent la végétation hygrophile. Cette espèce, en compagnie des *Aulacomnium palustre* et *Polytrichum commune*, Muscinées sociales, se développe sur la zone de

terrain soumise au balancement des eaux d'hiver et de printemps.

C'est au pied des *Molinia*, dans les cuvettes moyennes ou dans les sentiers sablonneux inondables en hiver, mais en voie d'asséchement et simplement humides en été, que l'on rencontre sur un sol siliceux, peu riche en matières orga-

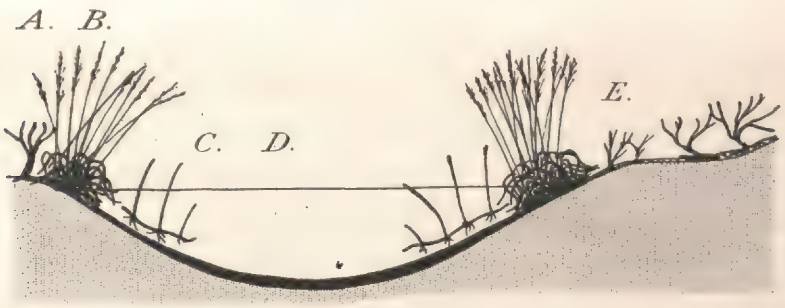


Fig. 2. — Surface des grès sur la Plattière de Bellecroix: A, *Calluna vulgaris*; B, *Molinia cærulea*; C, *Heleocharetum*; D, cuvette à *Sphagum cuspidatum plumosum*; E, *Ranunculus nodiflorus*.

niques, une flore spéciale, très instable, constituée surtout par des espèces annuelles au développement rapide.

Tels sont :

Ranunculus nodiflorus.
— *Philonotis.*
Sagina nodosa.
Peplis Portula.
Illecebrum verticillatum.
Bulliarda Vaillantii.
Montia minor.
Sedum villosum.
Gnaphalium uliginosum.
Rumex Acetosella.
Juncus bufonius.
— *pygmæus.*
— *squarrosus.*
Scirpus setaceus.
Riccia nigrella.

auxquels se mêlent des formes émergées de *Juncus supinus* et *Glyceria fluitans*.

Aussitôt que le sol devient plus sec, les plus exigeantes de ces espèces disparaissent, mais elles sont remplacées par :

Teesdalia nudicaulis.
Gypsophila muralis.
Spergula Morisonii.
Hypericum humifusum.
Helianthemum guttatum.
Trifolium micranthum.
Sedum acre.
— *sexangulare*

Rumex Acetosella.
Nardus stricta.
Nardurus unilateralis.
Carex leporina.
Agrostis canina.
Aira precox.
Anthoxanthum odoratum.
Rhacomitrium canescens.

Et, de la sorte, on passe progressivement à un groupement plus xérophile, développé normalement sur les sables dénudés ou dans les clairières de Bruyères.

Enfin, plus haut encore, dans les cuvettes les plus élevées, jamais inondées, la Bruyère à *Calluna* envahit le sol sec. Il s'agit d'un groupement comme il en existe de nombreux types similaires dans toute la forêt avec :

Teesdalia nudicaulis.
Polygala depressa.
Herniaria glabra.
Helianthemum guttatum.
Hypericum humifusum.
Genista pilosa.
Ornithopus perpusillus.
Sedum album.
Plantago Coronopus.
Calluna vulgaris.
Teucrium Scorodonia.
Veronica officinalis.
Filago conica.
Betula verrucosa.
— *pubescens.*
Campylopus polytrichoides.
— *brevipilus.*
Ceratodon purpureus.
Dicranum Scoparium.
Polytrichum formosum.
— *piliferum.*
Cladonia coccifera.
— *pyxidata.*
— *vermicularis.*

Les faces convexes des rochers gréseux sont dépouillées de végétation phanérogamique. Une flore de Lichens crustacés ou fruticuleux et des Mousses remplacent les plantes vasculaires :

Isothecium myurum.
Plagiothecium elegans.
Encalypta streptocarpa.
Grimmia apocarpa.
Hedwigia ciliata.
Dicranoweisia cirrata.
Orthotrichum Sturmii.
Umbilicaria pustulina.
Grimmia pulvinata.
Rhacomitrium lanuginosum.
— *heterostichum.*
Lecanoraceæ (*Squammaria, Placodium, Lecanora*).
Lecideaceæ (*Lecidea*), etc.

Il s'en faut que, chaque année, Bellecroix offre, à coup sûr, les plantes que promettent les listes précédentes. Ce n'est qu'avec des conditions écologiques favorables, comparables à celles qui existaient en 1919, — date de mes relevés les plus

complets, — que l'on trouve toutes les espèces que j'ai énumérées.

Rien n'est aussi instable que ces groupements de plantes amphibies ou hygrophiles : il suffit d'un écart dans les conditions habituelles sous lesquelles se réalise un groupement complet, pour que soient altérés la composition, l'aspect, la prospérité, l'extension de la population végétale.

Ainsi, à la suite d'un hiver et d'un printemps peu pluvieux, la niveau de l'eau baisse rapidement et les mares s'assèchent vite, quelquefois totalement (1921).

Les Sphaignes aquatiques et le *Drepanocladus fluitans* s'étalent en croûtes sèches et jaunes, d'où pointent les bourgeons terminaux ; les Algues filamenteuses (*Zygnema ericetorum* en particulier) se tassent en feutrages papyracés, et les espèces qui flottaient au même endroit, l'année précédente, ou ne se développent pas, ou se développent mal sur un sol asséché et quelquefois revêtent une forme distincte (*Scirpus fluitans* et *Juncus supinus* en gazons, *Batrachium* et *Hydrocotyle* nains). Ne se maintiennent que les espèces dont la souplesse écologique est suffisante pour résister à un assèchement, au moins momentané.

C'est en vain que l'on chercherait le petit groupement d'annuelles qui gravite autour de *Ranunculus nodiflorus*. Les graines de ces plantes attendent, en vie ralentie, que l'aridité soit moindre pour germer. Par contre, certaines espèces prospèrent avec la sécheresse et envahissent les plantes amphibies devenues entièrement émergées. C'est ainsi que l'*Agrostis canina* var. *stolonifera* Blytt, avec ses robustes stolons, gagne sur la végétation des Hélophytes, se fixe au milieu des Sphaignes asséchées et s'étend partout. D'une puissance d'extension considérable à cause de la conformation de son appareil végétatif, cette espèce est une redoutable compétitrice pour la végétation hygrophile.

La végétation des mares n'est pas fixe dans le temps ; cependant les plantes dominantes telles que *Calluna*, *Molinia*, *Juncus*, *Helcocharis* semblent braver les écarts des années les plus extrêmes. Moins exigeantes que leurs coassociées, elles tolèrent, sans dommage, la succession de plu-

sieurs années sèches, et leur persistance assure au paysage ses traits les plus constants.

Nous pouvons résumer, en quelques mots, la végétation de Bellecroix : une prairie à *Heleocharis palustris* — *Agrostis canina* avec des parties basses remplies de *Sphagnum Gravetii*, *Drepanocladus fluitans* et Phanérogames aquatiques ; des hautes touffes de *Molinia cærulea* et de *Juncus effusus* émergent de la végétation de ces cuvettes les plus basses. La Bruyère à *Calluna*, avec ses Bouleaux épars, ses clairières sèches ou inondables, remplit les autres cuvettes.

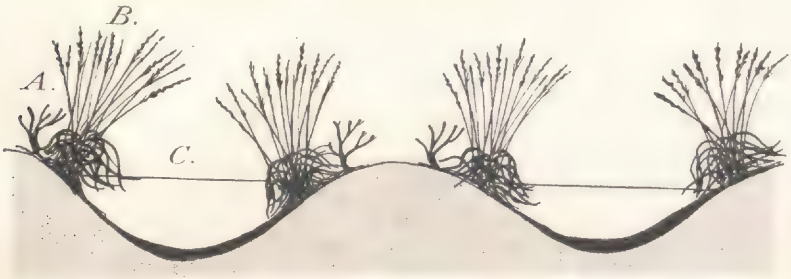


Fig. 3. — Surface des grès au mont Ussy. — A, *Calluna vulgaris* ; B, *Molinia cærulea* ; C, cuvette à *Sphagnum cuspidatum* var. *plumosum*.

Le type physiographique qui est réalisé à Bellecroix, *id est* un plateau ondulé à petites mares découvertes, se retrouve, sous les mêmes aspects, dans d'autres points de la forêt : rochers Cassepot, plateau de Franchard et de la gorge du Houx, Bouligny, plateaux du Carrefour d'Occident, de la Haute-Borne et des mares aux Couleuvreux ; mais, à la vérité, ces types ne se ressemblent pas absolument, au point de vue floristique. Les rochers Cassepot et Bouligny, avec leur relief brusque, n'admettent pas les cuvettes « moyennes » à plantes annuelles du type *Ranunculus nodiflorus*. La végétation y est plus simple : cuvettes à *Sphagnum cuspidatum* et *S. Gravetii* avec *Ranunculus hololeucos* et *Scirpus fluitans*, puis, ceintures de *Juncus*, *Molinia* et Bruyère à *Calluna*. En arrière, dans les parties plus promptement asséchées et faisant transition vers la Callunaie : *Drepanocladus fluitans* et *Polytrichum commune*. Des Hygrophiles banales accompagnent la végétation aquatique.

Aux Couleuvreux, les petites cuvettes gréseuses confluent en un plateau où l'eau stagne facilement. Les *Sphagnum cymbifolium*, *S. cuspidatum*, *S. acutifolium* et *S. rigidum* sont très abondants. C'est la seule localité, à Fontainebleau, du *Deschampsia discolor* et de l'*Erica Tetralix*, que l'on retrouve, aux rochers Corne-Biche (*157*), ou, auprès de la maison du Père Poteau, non loin des limites occidentales de la forêt.

Quelquefois la végétation forestière s'avance jusqu'au-dessus des mares, les couvrant d'une ombre dense. La végéta-

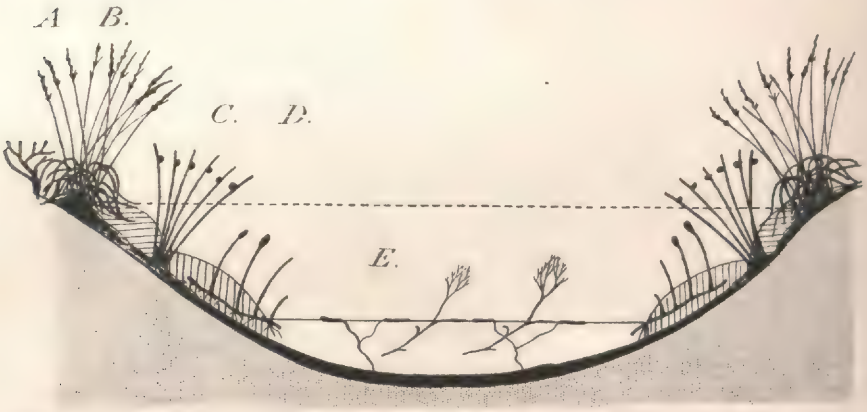


Fig. 4. — Ceintures de végétation à la mare aux Pigeons. — A, *Calluna vulgaris* ; B, *Molinia cærulea* ; C, *Juncus effusus*, *Carex rostrata* ; D, *Heleocharis palustris*, *Helodes multicaulis* et *H. palustris* ; E, *Potamogeton polygonifolius*, *Atropsis agrostidea*. — Niveau des eaux en été,... *idem* à la fin de l'hiver. Entre C-B, coussins de *Sphagnum cymbifolium* ; entre C-D, coussins de *Sphagnum cuspidatum* ; en E, *Sphagnum Gravetii*.

tion aquatique s'appauvrit, devient plus banale (mares du mont Ussy, du mont Aiveu, du mont Chauvet).

Aucune mare ne ressemble complètement à la voisine, mais, nulle part, on ne trouve cette diversité écologique et floristique qui fait du plateau de Bellecroix une localité typique pour l'étude des petites mares gréseuses.

2. — *Vastes dépressions gréseuses.*

L'eau, qui, à Franchard ou à Bellecroix, se répartit en un grand nombre de petites cuvettes plus ou moins reliées les unes aux autres, se rassemble, dans une vaste dépression aux contours nettement définis, à la mare aux Pigeons.

Cette grande mare ne s'assèche que par des années exceptionnelles, et la permanence d'une grande masse d'eau crée un milieu favorable à la multiplication spécifique et à la stabilisation du paysage végétal.

Du centre de la mare vers la périphérie, de l'eau libre vers les grès asséchés, on rencontre une série de ceintures régulières, de végétation (fig. 4), (Pl. I). Ce sont :

1° La ceinture des Potamots :

Potamogeton natans.
— *polygonifolius.*
Scirpus fluitans.
Sphagnum Gravetii.

2° La ceinture des *Hélodes* :

Helodes palustris.
Agrostis canina.
Airopsis agrostidea.
Glyceria fluitans.
Hydrocotyle vulgaris.
Scirpus fluitans.
Heleocharis palustris.
Sphagnum cuspidatum.

3° La ceinture des Joncs :

Juncus effusus.
— *conglomeratus.*
— *sylvaticus.*
Carex rostrata.
Hydrocotyle vulgaris.
Sphagnum cymbifolium.

Les *Carex* forment frange, en arrière des *Heleocharis.*

4° La ceinture des *Molinia* :

Molinia cærulea avec *Polystichum spinulosum* dans ses touffes, et, à son pied : *Sphagnum cymbifolium* et var. *squarrosum.*

5° La Bruyère à *Calluna* :

a. Strate arborescente et arbustive :

Pinus sylvestris.
Juniperus communis.
Betula alba.
Aria latifolia.
Lonicera Periclymenum.

b. Strate herbacée :

Polypodium vulgare.
Pteris aquilina.
Teucrium Scorodonia
Calluna vulgaris.
Erica cinerea.

c. Strate muscinale :

Cladonia cæspititia.
— *flœrkeana.*
— *vermicularis*
— *furcata.*
— *rangiferina.*
— *fimbriata.*
— *pyxidata*

Hylocomium triquetrum.
Hypnum cupressiforme.
Thyidium tamariscinum.
Aulacomnium palustre.
Dicranum Scoparium.
Polytrichum piliferum.

Une partie de ces espèces est déjà signalée, mais confu-

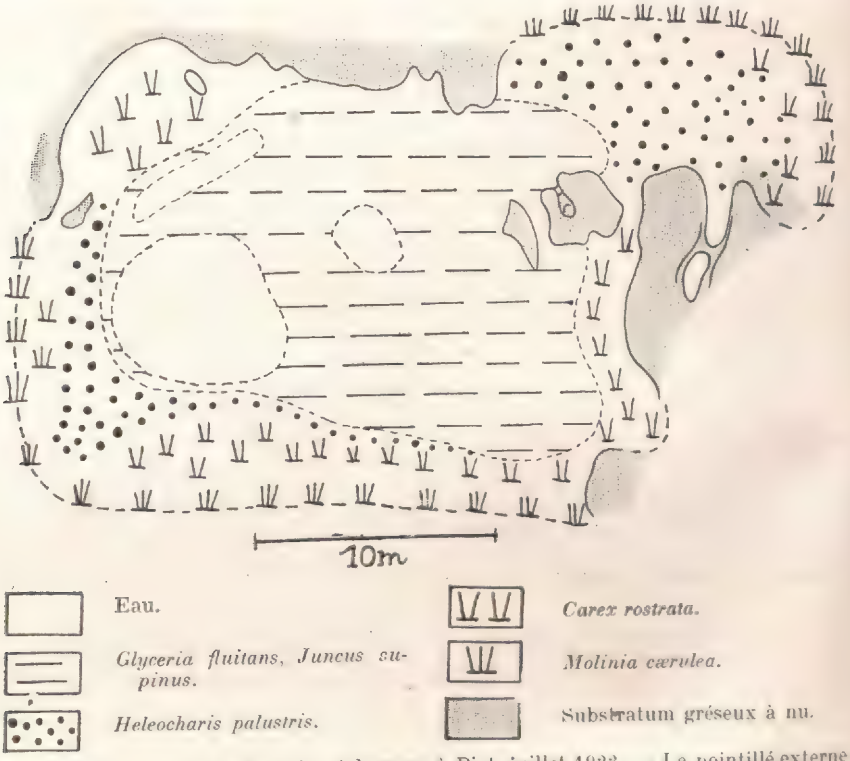


Fig. 5. — Ceintures de végétation à la mare à Piat, juillet 1922. — Le pointillé externe indique la limite des eaux d'hiver et de printemps.

sément, dans le récit d'herborisation de De Schœnefeld à Fontainebleau en 1855 (*199*).

On retrouve à la mare à Piat, près Bellecroix, une zonation analogue avec une flore bien plus banale (fig. 5).

Les mares du Parc-aux-Bœufs et aux Fées représentent un type analogue, mais boisé et par conséquent plus homogène et appauvri.

II. — Mares des vallées sableuses.

Dans la mare de la plaine de Samois, située auprès de la ligne du chemin de fer, on distingue, aisément, trois ceintures de végétation :

1° Au centre, les plantes aquatiques :

Ranunculus sceleratus.
Potamogeton natans.
Lemna minor.
Glyceria fluitans.
Alopecurus fulvus.
Alisma Plantago.

2° En arrière, la ceinture des Hygrophiles avec *Salix cinerea* et *S. caprea* recouvrant :

Lotus uliginosus,
Lythrum Salicaria.
Epilobium parviflorum.
Solanum Dulcamara.
Lysimachia vulgaris.
Lycopus europæus.
Galium palustre.
Rumex conglomeratus.
Polygonum Hydropiper.
Juncus effusus.
Carex leporina.
— *pseudocyperus.*
Glyceria fluitans.

3° Pelouse à Graminées et Papilionacées, ceinture de transition vers la forêt :

Trifolium pratense.
— *filiforme.*
Vicia sativa.
Ornithopus perpusillus.
Geranium dissectum.
— *columbinum.*
Agrostis canina.
Holcus lanatus, etc.

On voit que, par son caractère floristique, la mare de la plaine de Samois se distingue des mares gréseuses. Ne se trouvent en commun que des Hygrophiles banales et, en particulier, des plantes très souples aux changements hydrostatiques. Les groupements des mares sableuses apparaissent trop mal individualisés et trop peu nombreux pour mériter une étude spéciale, et il s'agira uniquement des mares gréseuses dans les pages qui vont suivre.

Je me suis volontairement limité à quelques types qui ont été succinctement esquissés ci-dessus. Mais, à vouloir décrire successivement toutes les mares, on s'exposerait à de perpétuelles redites sans grand profit général. Ni l'analyse de la station, ni la description plastique de la végétation ne sauraient nous satisfaire pleinement.

III

LA VÉGÉTATION DES MARES COMPLEXE SOCIOLOGIQUE

Dans les mares de Fontainebleau, évolue un complexe vivant, dont le chapitre précédent n'a pu donner qu'une faible idée. De multiples organismes y prennent part : bactéries, animaux, plantes vertes ou non, et l'Homme, lui-même, intervient, pour compliquer le mécanisme de leur interférence.

Nous avons laissé à de plus qualifiés que nous l'étude de la microflore bactérienne et des animaux. En nous limitant aux végétaux, il nous reste à envisager une flore suffisamment riche, puisqu'elle s'étend des Myxophycées jusqu'aux plantes vasculaires supérieures.

Pour la commodité de l'exposé et par suite de l'inégalité des valeurs sociologiques et aussi de notre documentation, on ne peut réunir, sans inconvénient, l'étude des êtres inférieurs avec celle des êtres plus perfectionnés. Le complexe doit être fragmenté en au moins deux parties. On étudiera séparément les Algues et, d'autre part, les plantes vasculaires et les Muscinées : tout autre manière de faire vouant les résultats à une prompte incohérence. Cette scission, provisoire, mais nécessaire, sera suivie d'un chapitre général où tout le complexe sera envisagé dans son ensemble.

Il ne m'a pas paru désirable de m'affranchir, dans ce travail, de la discipline qu'impose à toute étude sociologique moderne la notion de l'association. Pressentie obscurément par les premiers phytogéographes, l'association végétale

s'est peu à peu imposée comme une nécessité indispensable pour l'étude de la végétation. La portée générale et la valeur philosophique de l'association sont les causes de son succès chaque jour croissant ; malgré la délicatesse de son emploi, elle apporte dans la compréhension des multiples groupements concrets une idée théorique simple, synthétique et très féconde.

Pour nous, la délimitation de l'association, création essentiellement subjective, relève plus de l'esprit de finesse que de l'esprit de géométrie.

Pour reconnaître les associations, chacun apporte l'expression de son tempérament, le fruit de sa culture et de son expérience propres. Celui qui a la conception la plus compréhensive, la plus logique, la plus utile et la plus explicative des phénomènes, celui-là possède la meilleure méthode.

Quelles que soient les opinions des auteurs relatives à la reconnaissance et à la délimitation des associations, l'accord semble se faire de plus en plus, sur un point important : c'est que l'association végétale doit être étudiée directement dans sa réalité floristique et non pas d'après son aspect physionomique ou encore ses conditions stationnelles. Toute association, certes, présente un aspect déterminé et vit dans un milieu également déterminé, mais des trois notions : physionomie, écologie, composition floristique, la dernière est la plus immédiatement analysable d'une manière scientifique.

L'association végétale est la vraie base de toute étude phytogéographique, répète C. Flahault, à la suite de De Humboldt (*84*). C'est l'unité sociologique comme le commente tout un mémoire de J. Pavillard (*168*). C'est aussi la conviction à laquelle se trouvent amenés fatalement les phytogéographes. Mais, pour l'application pratique de cette notion, voilà que les difficultés commencent. On peut se convaincre, par la lecture de nombreux mémoires, qu'il n'y a pas encore, en phytosociologie, cette unité de méthode qui est la marque d'une science en possession de tous ses moyens. A défaut de la Méthode, des méthodes plus ou moins pratiques, plus ou

moins fécondes, toutes, avec une valeur relative et des mérites heuristiques divers (voir p. 160, en bas).

Qu'on ne s'attende pas à trouver ici, un long exposé critique de l'école floristique de Zurich, de l'école floristico-statistique d'Uppsala ou des méthodes écologiques et dynamiques des Anglo-Saxons et des Américains. Des auteurs très compétents ont disserté sur ce sujet avec une maîtrise à laquelle je ne saurais prétendre (*74*, *75*, *76*, *94*, *129*, *166* et seq., *172 bis*, *195*, *204*, *243*, etc.).

En ce qui concerne la sociologie purement floristique, il reste en présence deux écoles : celle de Zurich, qui se groupe autour de J. Braun-Blanquet; celle d'Upsal, dont E. D. du Rietz, Th. C. E. Fries, H. Osvald et T. A. Tengwall sont les plus ardents promoteurs. Pour Upsal, l'association végétale est un groupement qui présente toutes ses espèces constantes dans l'aire la plus restreinte (*minimi-areal*), et ces deux données sont liées quantitativement. Il faut donc déterminer le *minimi-areal*, d'où mesures statistiques sur le terrain avec le « carré », instrument indispensable au phytosociologue. Mais, c'est la porte ouverte à des chiffres, des calculs, des formules, des courbes, à tout un encombrant bagage extrabiologique qui n'a pas toujours la certitude mathématique pour lui. On l'a démontré. De valeur théorique contestable, la méthode d'Upsal, « subordonnée à un pays aux conditions écologiques simples et uniformes, est difficilement praticable dans nos régions tempérées » (*167*, *170*). Au point de vue pratique, elle conduit à la « pulvérisation » des associations (1). Il lui reste cependant le mérite de plusieurs idées originales : l'association considérée comme unité concrète et non abstraite, la notion de *minimi areal* et un essai de détermination « mécanique » des associations destiné à éviter l'arbitraire qui préside souvent aux délimitations sociologiques.

La méthode de J. Braun repose essentiellement sur la notion d' « individus » d'association, seule unité concrète. La comparaison des relevés floristiques empruntés à des individus com-

(1) H. Osvald ne distingue pas moins de 164 associations dans la seule tourbière suédoise de Komosse.

parables amène à l'idée d'un groupement supérieur compréhensif que l'on a comparé à l'espèce en systématique, c'est l'association. L'association, abstraite, synthétique, se reconnaît non à des espèces constantes, mais à d'autres d'une qualité supérieure : celles qui lui sont liées d'une manière plus étroite et que l'on a appelées (Braun et Furrer, Braun, *op. plur.*) les espèces caractéristiques et qui peuvent mériter le qualificatif de différenciatrices à cause de leur valeur surtout différentielle.

« La méthode de Zurich a sur celle d'Upsal l'avantage de la célérité, de la simplicité, de la fécondité » (*169*). Célérité et simplicité : pas besoin de carrés fastidieux à relever ni de longues statistiques à établir; l'inspection rationnelle de la végétation et les listes floristiques convenables suffisent ; quant à la fécondité de la méthode, on peut en juger aisément par les travaux de valeur qu'elle a inspirés (1).

Les questions de mots ont joué et jouent encore en phytogéographie un rôle important que beaucoup d'esprits positifs déplorent.

Tous les sociologues avertis pensent avec Lavoisier « qu'on ne peut perfectionner la science sans perfectionner le langage».

Je m'en suis tenu, en ce qui concerne la terminologie, aux définitions adoptées par J. Braun-Blanquet et J. Pavillard dans leur *Vocabulaire de phytosociologie* (*23*). On se reportera à ce mémoire pour tout ce qui a trait aux caractères analytiques et synthétiques des associations végétales, tels que l'abondance, la sociabilité, le comportement dynamique, la constance, la fidélité, etc.

C'est la somme de tous les caractères, analytiques et synthétiques, qui personnifie une association.

La fidélité a été comprise ici dans un sens large, et il ne pouvait en être autrement. L'association végétale a toutes les prérogatives d'un être vivant. Comme lui, elle naît, se développe, présente une organisation, reflète les fluctuations du milieu, est susceptible de se modifier dans ses aspects, ses constituants, sa nature, puis s'imposer victorieusement

(1) Voir une comparaison des Méthodes suédoise et suisse, dans la très récente étude du Pr-Dr E. Rübel : Betrachtung über einige pflanzensoziologische Auffassungsdifferenzen (*Veröffent. d. Geob. Inst. Rübel*, Zurich, n° 2, Febr. 1925).

ou disparaître enfin, éliminée par la concurrence vitale.

Comparées aux associations sylvatiques dont la structure et la composition floristique sont stabilisées par une longue adaptation à des conditions de vie relativement constantes, les associations d'eau douce qui nous intéressent offrent un déséquilibre, une inconstance incroyables. L'intrication des groupements, leur instabilité saisonnière, la souplesse écologique des espèces et leur compétition, sont autant de causes qui en compliquent l'étude et rendent malaisé le diagnostic des individus d'association.

La connaissance des phénomènes dynamiques de la végétation est indispensable à la connaissance de l'association ; « pour reconnaître, la spécialisation ; pour connaître, le principe évolutif », a dit excellemment J. Pavillard (*169*). Mais, l'analyse dynamique de la flore ne peut se faire sans l'examen de la prospérité et de l'état végétatif des espèces, et toutes ces observations amènent fatalement à considérer la plasticité des espèces et leur degré plus ou moins grand de souplesse écologique.

On pénètre alors nécessairement sur un terrain moins stable, celui de l'Adaptation.

Il convient de faire remarquer que l'adaptation d'une plante à un milieu quelconque est assurée toutes les fois que cette plante peut y vivre, et cela, quelle que soit la forme de son appareil végétatif. Le critère de l'adaptation n'est pas la forme, c'est la vie.

L'adaptation (1) n'est pas un phénomène morphologique, mais physiologique. La première des adaptations d'une plante à un milieu et aussi l'essentielle, c'est sa vie normale dans ce milieu.

La souplesse écologique est une propriété intrinsèque du protoplasma. Elle dépend de la tolérance chimique des échanges nutritifs qui est compatible avec l'entretien de la vie. Quelquefois elle s'accompagne de plasticité morphologique apparente, mais ce n'est pas indispensable. La forme type, nous le verrons, n'est pas absolument liée à un milieu donné ;

(1) L'épharmonie de J. Vesque est une notion purement morphologique.

elle n'est pas la condition *sine qua non* d'une vie définie. Elle s'accommode de variations plus ou moins étendues dans la composition du milieu, et la mesure de sa tolérance décide des limites de la vie. « La morphologie intervient dans la manière de vivre, elle ne la domine pas » (*190*). Les morphoses dues au milieu ne sont pas nécessairement des adaptations morphologiques si l'on désigne par adaptation la disposition morphologique qui est la plus favorable à l'entretien de la vie. Nous le verrons dans le cours de ce travail, s'il existe des morphoses qui paraissent utiles, le plus grand nombre sont d'une utilité complètement indéterminée.

Quoi qu'il en soit, la définition de l'adaptation doit être dégagée de toute allusion à une utilité quelconque de la disposition morphologique. Faute d'avoir, comme il convenait, dissocié l'idée d'adaptation physiologique de celle de morphose, les auteurs ont discuté, souvent à tort, sur les phénomènes d'adaptation morphologique (*1*). La notion de type biologique, chère aux écologistes ou éco-sociologues, se rattache à cette dernière conception. Il serait hors de propos d'en faire ici la critique et de montrer tout ce qu'elle a d'indéterminé et de contestable.

J'attire enfin l'attention sur ce fait que l'on ne peut confondre souplesse écologique et valeur dynamique. La souplesse écologique et la plasticité sont rapportées à l'espèce, la valeur dynamique à l'association.

Ainsi que le fait justement remarquer J. Braun (*21*), la partie descriptive d'une étude sociologique doit être suivie d'une partie écologique. Confiner la sociologie dans la description purement objective, c'est la stériliser. Je sais bien que la corrélation entre le milieu et la végétation sont difficiles à établir d'une manière satisfaisante par l'observation, à cause de la complication de la notion de station. Il n'est pas moins vrai, en ce qui nous concerne, qu'on ne peut interpréter sainement les groupements végétaux des mares et leur vie, si l'on néglige d'envisager, à chaque instant, l'instabilité hydrostatique dont ces mares sont le siège. Il est d'ailleurs

(1) Cf. E. Rabaud (*190*) pour la critique de l'adaptation morphologique.

impossible de ne pas se laisser impressionner, de près ou de loin, par les conditions écologiques dans leurs rapports avec la végétation. L'évidence de leur corrélation s'impose avec trop de force.

I. — Associations phanérogamiques et muscinales.

1. — Association à Myriophyllum alterniflorum (*Myriophylletum alterniflori*).

Sous-association à « Helosciadium inundatum ».

Dans les plus profondes des mares gréseuses de Fontainebleau, à l'endroit où l'eau séjourne le plus longtemps, se développe une sous-association végétale, parente floristiquement et écologiquement avec l'association à *Myriophyllum alterniflorum* des étangs siliceux. Nous traiterons ces deux groupements synthétiquement.

Composition floristique. — C'est au début de l'été que l'association à *Myriophyllum-Helosciadium* est représentée avec son maximum d'espèces, et ce maximum, lui-même, est en relation avec des conditions normales, ni trop humides, ni trop sèches et répondant à une température et une pluviosité moyennes (type : année 1919). Au cours des années défavorables, celles qui s'écartent par trop des conditions habituelles (type : année 1921), l'association est appauvrie dans sa constitution et ralentie dans sa vitalité.

Les meilleurs relevés qui m'ont servi à reconnaître l'association précitée ont été effectués à Bellecroix, dans la mare à Piat, à Franchard, dans la mare aux Pigeons, au Bouligny, dans la mare aux Couleuvreux, dans la mare aux Fées et dans la grande mare du Parc-aux-Bœufs.

Voici une liste qui synthétise les observations faites.

A. — Espèces caractéristiques.

I. — Du « Myriophylletum ».

Nitella opaca Ag.
— *translucens* Ag.
Utricularia minor L.
Utricularia neglecta Lehm.
Myriophyllum alterniflorum DC

II. — De la sous-association à « Helosciadium ».

Sphagnum Gravetii Russ.
— *inundatum* Russ.
— *cuspidatum* (Ehrh.).
Rus. et Warnst. *plumosum* N. et H.
Drepanocladus fluitans L.
Pilularia globulifera L. et var. *natans* Cos. et Germ.
Alisma natans L.
Potamogeton gramineus Sour.
Scirpus fluitans L.
Airopsis agrostidea DC.
Juncus supinus Mœnch.
— *fluitans* Fries.
Callitriche hamulata Kuetz. et var. *homoiophylla* Godr.
Helosciadium inundatum Koch.
Ranunculus hololeucos Lloyd.
— *tripartitus* DC.
— *confusus* Godr.
Peplis Portula L. *callitrichoides* A. Br.

B. — Espèces indifférentes.

Riccia fluitans L.
Hygroamblystegium riparium Br. Eur.
Acrocladium cuspidatum (L.) Lindb
Potamogeton natans L.
— *polygonifolius* Pour.
Glyceria plicata Fries.
— *fluitans* R. Br.
Agrostis canina L.
Lemna minor L.
Ranunculus aquatilis L.
— *sceleratus* L.
Hydrocotyle vulgaris L.
Littorella lacustris L.
Utricularia vulgaris L.

Biologie. — L'association précédente suit, dans son épanouissement, la variation du niveau des eaux. Dès la fin de l'automne, au moment du repos général de la végétation, le *Glyceria fluitans* se développe et étale abondamment ses feuilles sur les eaux : le gel, seul, entrave l'extension de cette plante à assimilation hivernale. Vers la fin mars, lorsque les eaux sont hautes et que la température devient plus clémente, on voit, à l'abri des touffes de *Molinia*, foisonner abondamment le *Sphagnum cuspidatum* en une masse vert gai qui monte et remplit toutes les petites cuvettes. C'est l'époque du départ général de la végétation, mais déjà un grand nombre d'espèces étaient reconnaissables sous leur aspect végétatif (*Scirpus fluitans*, rosettes de *Ranunculus Flammula*, feuilles de *Ranunculus aquatilis*). En avril, *Ranunculus tripartitus* couvre les eaux de ses fleurs blanches.

Au moment où les mares diminuent de volume, se développe et fleurit le maximum d'espèces.

Ces conditions optimales sont réalisées en juin-juillet ; avec les chaleurs de l'été et la réduction, la plus forte, de la

masse aquatique a lieu un ralentissement de l'activité végétale, sauf pour les espèces robustes et envahissantes : *Glyceria fluitans*, *Agrostis canina*, *Juncus supinus*, qui continuent d'étendre leur domaine. En automne, la végétation se ralentit encore plus ; les plantes sèchent et, après les premières gelées, la vie se réfugie dans des organes de conservation (hibernacles d'Utriculaires et Myriophylles, bourgeons protégés : Renoncules, *Sphagnum*).

Les espèces susceptibles de vivre en eau profonde ou complètement asséchées sont peu abondantes. Il faut citer : *Glyceria fluitans*, *Juncus supinus*, *Helosciadium inundatum*, *Ranunculus hololeucos*, *Scirpus fluitans*. Leur souplesse écologique les adapte parfaitement aux variations de milieu dont les mares sont le siège. Il est visible cependant que, pour ces espèces, l'optimum écologique est réalisé en eau peu profonde.

Parmi les genres de souplesse moyenne ou faible, citons : *Pilularia*, *Lemna*, *Peplis*, *Batrachium*, *Utricularia*.

Au déséquilibre hydrostatique saisonnier correspondent divers degrés de plasticité propre ou, si l'on veut, de variation morphologique devant les variations du milieu. Il est facile de distinguer deux groupes :

1° Les espèces plastiques : *Juncus supinus*, *Batrachium*, *Glyceria fluitans*, *Pilularia*, *Alisma*, *Scirpus fluitans*.

2° Les espèces très peu ou pas plastiques : *Lemna*, *Callitriche hamulata*, *Utricularia*.

Remarques sur quelques espèces. — *Sphagnum cuspidatum* (Ehrh.) Rus. et Warnst. — Ainsi que le remarque F. Camus (*33*), *Sph. cuspidatum* se présente à Fontainebleau sous ses trois formes principales : *falcatum*, *submersum* et *plumosum*. La forme *plumosum* est la forme amphibie par excellence.

Pilularia globulifera L. — La var. *natans* Coss. et Germ., à tige très allongée, correspond au *P. natans* décrit par Mérat sur des échantillons provenant des mares de Fontainebleau.

Scirpus fluitans L. — J'ai observé les formes *terrestris*

et *submersus* décrites par H. Glück (*103*) et dont la structure a été étudiée par E. Esenbeck (*78*).

Juncus supinus Mœnch. — Espèce immédiatement plastique aux changements du niveau des eaux. Le polymorphisme de *J. supinus* a déjà été mis en évidence par P. Græbner (*108*, *109*) et par H. Glück (*103*).

La forme terrestre ε-*nodosus* Lange (1) se rencontre dans les tourbières, sur la tourbe exondée ; assez rare à Fontainebleau, cette forme s'est développée en 1921 sur la vase asséchée de la mare à Piat. Elle est très fertile (fig. 6).

Fig. 6. — *Juncus supinus*.
(Voir p. 39.) (L. D. del.)

La forme amphibie (Cf. γ-*fluitans* Fries) (1), très fréquente dans les mares, représente la forme la plus prospère au point de vue végétatif. Elle est souvent vivipare (fig. 7).

La forme submergée, très grêle, δ-*confervaceus* Buch (1), fréquente dans les fossés de tourbière ou dans certains lacs d'eau pure, n'existe pas à Fontainebleau, où l'eau n'est pas assez profonde. Elle est stérile.

Je n'ai pas vu à Fontainebleau ni la forme appauvrie, ξ-*pygmeus*, ni la forme terrestre rampante β-*uliginosus* = *J. supinus repens* Koch.

Il existe toutes les transitions entre ces types, et H. Glück a peut-être eu raison de ne distinguer que deux formes extrêmes, *terrestris* et *submersus* (*103*).

Glyceria fluitans R. Br. — J'ai déjà fait allusion à cette espèce, de vitalité et d'indifférence écologique prodigieuses.

(1) *In* G. Rouy (*196*).

Glyceria fluitans assimile en toute saison et prépare dès l'hiver, par son extension sur les eaux, la lutte victorieuse pour la place qu'elle achèvera de consommer en été par son développement intensif. Cette espèce se rencontre aussi bien dans les ruisseaux au cours rapide que dans les mares stagnantes, dans l'eau même des lacs, quoique toujours à la périphérie aussi bien que dans les ceintures marginales de plantes exondées, en eau riche comme en eau pauvre. Elle germe dans l'eau comme sur la terre sèche, sinon mieux. Sa tige, souvent très longue, se développe obliquement et, au niveau d'un nœud, elle se redresse et sort de l'eau pour porter la cyme florale à l'air. Grâce à cette articulation en genou, la tige peut suivre les variations du niveau de l'eau. Si le niveau s'abaisse de telle manière que la tige vienne à se coucher à terre, la plante n'en continue pas moins de végéter. Pourvu que le sol s'y prête, les nœuds s'enracinent, la plante devients tolonifère (*α-festucacea* Fries), et les bourgeons axillaires se développent verticalement en une ramification latérale (fig. 9). L'espèce peut pousser aussi, entièrement à sec (fig. 8).

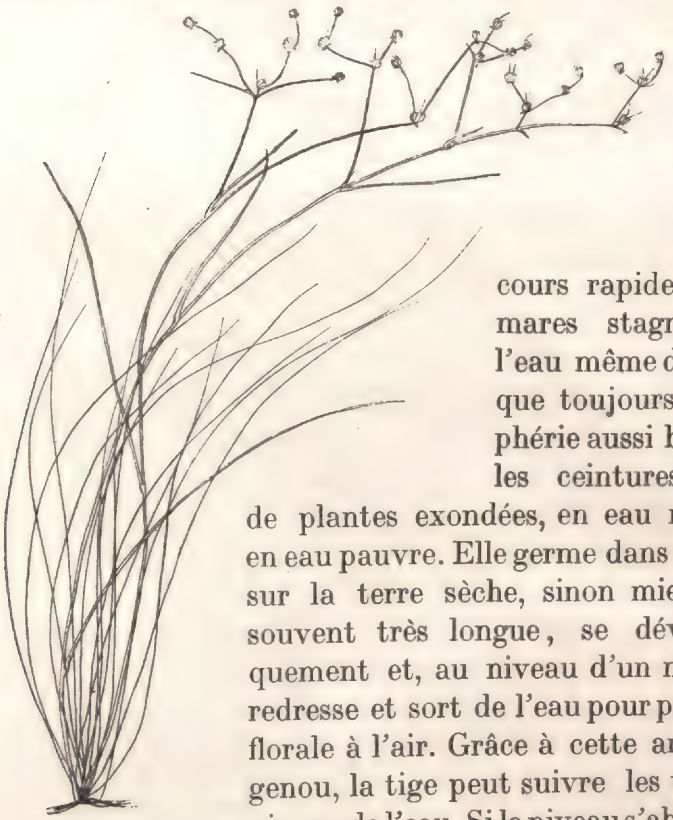


Fig. 7. — *Juncus supinus*. (Voir p. 39.) (L. D. del.)

Le *Glyceria plicata* Fries, considéré quelquefois comme sous-espèce du *G. fluitans*, existe, plus rare, à Fontainebleau (Cassepot ! Bouligny !). J'ai observé, en juillet 1921, sur les berges de la mare de Bouligny, une variété radicante, à tige nettement couchée et à bourgeons axillaires, c'est la var.

α-festucacea Nob. correspondant à la var. *α-festucacea* Fries du *Glyceria fluitans* R. Br.

Ranunculus hololeucos Lloyd. — Cette espèce peut vivre au milieu ou au pourtour des mares gréseuses. On observe les deux morphoses qui correspondent aux types submergé (*α-fluitans* G. G.) et émergé (*γ-terrestris* G. G.).

Le *R. tripartitus* montre des variations analogues.

Ranunculus trichophyllus Chaix. — Cette espèce illustre bien le manque de corrélation entre la forme et le milieu dans certaines plantes aquatiques. *Ran. trichophyllus*, végétant à sec, conserve des feuilles laciniées comme celles d'une Renoncule aquatique et ne paraît pas s'en porter plus mal (berges de la mare d'Épisy ! et du carrefour d'Achères !)

Fig. 8. — *Glyceria fluitans*. (Voir p. 40.) (L. D. del.)

Helosciadium inundatum Koch. — J'ai souvent observé la forme *terrestris* décrite et figurée par H. Glück (*103*) sur des exemplaires recueillis à Bellecroix et à Franchard. Cette forme naine fleurit et fructifie parfaitement en dehors de l'eau.

Peplis Portula β-callitrichoides Al. Br. est la variété nageante du *P. Portula* L., type qui appartient au *Cicendietum* (Voir p. 52).

Hydrocotyle vulgaris L. — La forme flottante avec ses feuilles réduites correspond à la var. *microphylla* Lange.

Valeur sociologique. — L'amplitude du milieu, la souplesse biologique, la vitesse de développement et la compé-

Fig. 9. — *Glyceria fluitans.* (Voir p. 40.) (L. D. del.)

tition des espèces s'opposent à l'établissement d'une association très homogène : les multiples groupements d'espèces localisés, sont grandement facilités par ces conditions instables.

L'association à *Myriophyllum-Helosciadium* n'est bien représentée que dans un milieu aquatique : une cuvette gréseuse brusquement déprimée par exemple. Dès que les conditions topographiques se modifient (cuvette en pente douce),

l'association se fragmente ou se mélange à d'autres groupements. On comprend facilement que la souplesse écologique des constituants de cette association aquatique leur permette de s'aventurer sur un terrain peuplé par les associations d'hélophytes (Voir p. 49).

L'association à *Myriophyllum alterniflorum* a son maximum de différenciation dans les étangs siliceux de l'ouest de la France. P. Allorge et moi l'avons observée dans deux lacs des Landes (*6*). R. Gaume l'a retrouvée dans les étangs siliceux de la Brenne (*96*). Au lac de Grandlieu, un semblable *Myriophylletum* se reconnaît (*93*).

A cause des affinités évidentes entre cette association et le groupement qui est observé à Fontainebleau, il nous est impossible de l'interpréter autrement que comme une variété en eau peu profonde du *Myriophylletum*. Cette variété, d'ailleurs, a ses propres espèces caractéristiques. Il est vraisemblable qu'on la retrouvera dans l'ouest de l'Europe, sur le territoire du *Myriophylletum* typique. C'est peut-être à cette variété qu'il faut rapporter le petit groupement que j'ai relevé dans les parties basses de la tourbière du Yeûn Elez (Bretagne), avec : *Sphagnum cuspidatum plumosum*, *Ranunculus Lenormandi*, *R. tripartitus*, *Utricularia minor*, *Potamogeton polygonifolius*, *P. natans*, *Scirpus fluitans*, *Glyceria fluitans*, *Juncus supinus* (*61*).

2. — Association à « Heleocharis palustris » et « Carex rostrata » (*Heleocharetum palustris-Caricetum rostratæ*) et groupements voisins.

Je désigne sous le nom d'*Heleocharetum palustris* et *Caricetum rostratæ* (1) une association aussi variable que la précédente en ce qui concerne la constitution floristique, les aspects saisonniers, le milieu. Elle est constituée par des plantes vivaces susceptibles de supporter une immersion passagère de leur partie basilaire (amphiphytes), mais qui

(1) Et, pour abréger seulement, *Heleocharetum*.

ne pourraient vivre l'appareil végétatif longuement et profondément plongé dans l'eau.

Composition floristique. — Ce groupement d'hélophytes recouvre à peu près la surface du sol soumise au balancement aquatique saisonnier sur le pourtour des dépressions plus longtemps mouillées. Toutes les mares sont ceinturées par un *Heleocharetum* plus ou moins complet. Certaines même, au fond plat, sont uniquement occupées par l'*Heleocharetum*. C'est dans les mares de Bellecroix et des Couleuvreux, autour des mares à Piat, aux Pigeons, du Bouligny, du Parc-aux-Bœufs, aux Fées, au Cassepot, qu'ont été effectués les meilleurs relevés qui constituent la liste synthétique suivante :

A. — Espèces caractéristiques.

Pilularia globulifera L.
Alisma ranunculoides L.
Alopecurus fulvus Sm.
Heleocharis palustris R. Br.
— *multicaulis* Sm.
— *uniglumis* Schultz.
Carex rostrata Stok.
— *Goodenoughii* J. Gay.
Juncus silvaticus Vill.
Elatine hexandra DC.
Helodes palustris Spach.
Menyanthes trifoliata L.
Littorella lacustris L.
Veronica scutellata L. et var. *villosa* Schumach.

B. — Espèces indifférentes.

Sphagnum cuspidatum (Ehr.) Rus. et Warnst.
Sphagnum cymbifolium (Ehr.) Rus.
Equisetum palustre L.
Iris pseudacorus L.
Agrostis canina L.
Molinia cærulea var. *arundinacea* Schrk.
Glyceria fluitans R. Br.
Phragmites communis Trin.
Typha angustifolia L.
Sparganium simplex Huds.
Scirpus lacustris L.
Carex vesicaria L. et var. *robusta* Sonder.
— *vulpina* L.
— *Stellulata* Good.
— *stricta* Good.
— *flava* L.
— *acuta* Good.
Carex paniculata L.
Juncus effusus. L
— *conglomeratus* L.
— *supinus* Mœnch.
Rumex conglomeratus Murr.
Ranunculus Flammula L.
Hydrocotyle vulgaris L.
Œnanthe Phellandrium Lk
Epilobium hirsutum L.
Lysimachia vulgaris L.
Scutellaria minor L.
— *galericulata* L.
Lycopus europæus L.
Mentha aquatica L.
Myosotis palustris Lk.
Elatine Alsinastrum L.
Galium palustre L.
— *uliginosum* L.
Bidens tripartitus L.

Il est visible que toutes ces espèces indifférentes n'ont pas la même valeur sociologique. Ainsi : *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Carex vesicaria*, *C. stricta*, *Iris pseudacorus*, *Juncus effusus*, *J. conglomeratus*, *Lysimachia vulgaris*, *Scutellaria galericulata*, *Myosotis palustris*, *Lycopus europæus* sont des plantes très communes au milieu des associations les plus diverses de plantes aquatiques et d'hélophytes.

A noter la fréquence des Monocotylédones dans l'*Heleocharetum*.

Aux plantes vasculaires et Sphaignes du tableau précédent s'ajoutent un certain nombre de Mousses, les mêmes précisément que P. Allorge signale dans le Vexin, associées à l'*Heleocharetum* (*3*). Ce sont :

Hypnum aduncum Hedw.
Climacium dendroides Web. et Mohr.
Drepanocladus fluitans L.
Hygroamblystegium riparium Br. Eur.
Acrocladium cuspidatum (L.) Lindb.
Bryum bimum Schreb.
Aulacomnium palustre Schw.
Polytrichum commune L.

Biologie. — Au point de vue physionomique, il faut remarquer que certaines espèces confèrent à l'*Heleocharetum* un relief tout à fait spécial. La vigueur de végétation des *Molinia cærulea*, *Juncus silvaticus*, *J. effusus*, *J. conglomeratus*, *Carex rostrata* annonce de loin la proximité des mares. Toutes ces Monocotylédones semblent végéter dans les conditions optima sous lesquelles se réalise le maximum de prospérité végétative.

En particulier *Molinia cærulea*, qui habite les stations les plus différentes allant des Bruyères les plus sèches jusqu'aux mares, n'offre, nulle part, un développement aussi luxuriant qu'auprès des eaux. Cette espèce se présente alors sous la race *arundinacea* de Schrank. On peut l'observer à peu près autour de toutes les mares (mont Ussy, Bellecroix, Cassepot, Bouligny, etc.).

Plus hygrophile que le *Calluna*, cette espèce préfère un sol moyennement profond, humide, mais pas trop inondé, et peut s'accommoder d'un humus acide (*133*) (1).

(1) T.-A. Jefferies donne des détails morphologiques et écologiques relatifs au *Molinia* et à la position du *Molinietum* entre l'*Eriophoretum* et le *Nardetum* dans les prairies de montagne.

Après une période de sécheresse, en été 1919, j'ai prélevé çà et là autour de quelques mares, dans la ceinture de *Molinia*, et, en arrière, dans la lande à *Calluna*, un certain nombre d'échantillons de terre soigneusement dépouillés des débris végétaux les plus apparents. J'ai mesuré la teneur en eau de ces divers échantillons de terre en les desséchant à l'étuve à 105° jusqu'à poids constant.

Voici quelques-uns des résultats obtenus et rapportés à 100 grammes de sol.

1. *Carrefour d'Achères :*

a. Ceinture de *Molinia cærulea*, autour de la mare : teneur moyenne, en eau, des échantillons : 14,5 p. 100 ;

b. Bruyère complantée de Pins avec *Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *Melampyrum pratense*, *Deschampsia flexuosa*, *Solidago Virga aurea*, *Goodyera repens*, *Sorbus torminalis*, *Lonicera Periclymenum* ; teneur moyenne : 9 p. 100.

2. Plateau de Bellecroix :

a. Ceinture de *Molinia* avec *Galium palustre*, *Scirpus palustris*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Helodes palustris* ; teneur moyenne : 22 p. 100 ;

b. Lande à *Calluna* avec *Hypochæris radicata*, *Agrostis canina*, *Veronica officinalis* ; teneur moyenne : 13 p. 100.

3. Plateau de la Haute-Borne :

a. Ceinture de *Molinia* avec *Galium palustre*, *Hydrocotyle vulgaris* ; teneur moyenne : 39 p. 100 ;

b. Lande à *Calluna* à peu près pur ; teneur moyenne : 15 p. 100. Ces mesures justifient la zonation habituelle des *Sphagnum*, *Molinia*, *Calluna*, de l'eau vers la terre sèche.

L'exemple du *Molinia* montre, à merveille, l'action secondaire de la végétation sur le milieu local. Par ses hautes touffes, cette espèce modifie les conditions locales d'humidité et d'ombre, lesquelles ont un rôle morphogène particulièrement net sur la feuille de l'*Hydrocotyle vulgaris*.

Alors que les pétioles de cette plante sont toujours courts quand elle végète dans l'eau ou dans un sol sec, ces organes s'allongent démesurément quand ils sont abrités par les feuilles de *Molinia* ou de grands *Carex*. Cette élongation est, comme l'a montré R. H. Yapp (*242*), en corrélation avec un

état hygrométrique élevé. La tige rampante d'*Hydrocotyle* est très sensible aux variations hygrométriques. Si l'on extrait cette espèce de touffes des Sphaignes spongieuses ou de l'abri d'un *Molinia*, on voit la tige se flétrir très vite. Remise dans l'eau, elle recouvre, en peu de temps, sa turgescence, qu'elle est susceptible de perdre à nouveau, presque immédiatement, si on la retire de l'eau.

Il existe une interrelation locale, étroite, entre la présence des *Molinia* et de certaines Sphaignes hygrophiles : *Sphagnum cuspidatum* et *S. Gravetii*. Beaucoup de mares de Fontainebleau ne sont que des petites cuvettes de ces Sphaignes entourées de *Molinia*, au milieu de la lande (plateaux du Cassepot, de Bellecroix, du Bouligny, de la Salamandre, de la Haute-Borne, près la mare aux Corneilles, du mont Aiveu, du mont Ussy). Les Sphaignes, à cause de leur énergique pouvoir de rétention de l'eau (douze fois leur poids de substance séchée à l'air sec à la température de 15° environ !) forment un substratum humide favorable au *Molinia* ; en retour, par ses hautes touffes, cette espèce retarde la dessiccation des *Sphagnum* sur les plattières dénudées où soufflent les vents.

Le 16 août 1919, au plateau de Franchard, j'ai disposé des vases de Petri, remplis chacun de 50 centimètres cubes d'eau, sur les grès à découvert, dans la lande à *Calluna* et au milieu des *Molinia*. Au bout de quatre heures d'exposition au soleil avec une température de 25°, j'ai mesuré l'eau qui restait dans les vases. Le pourcentage d'eau évaporée dans les diverses conditions est le suivant : à l'abri des *Molinia*, 8 p. 100 ; dans les *Calluna*, 14 p. 100 ; sur les rochers à découvert, 29 p. 100. Cette expérience toute grossière montre le rôle protecteur de premier ordre que joue, à Fontainebleau, la race *arundinacea* du *Molinia cærulea*.

Enfin, sur ses propres touffes, les feuilles de *Molinia* meurent et se décomposent. Il se forme un humus dans lequel s'installent *Lysimachia vulgaris*, ou des mésophiles *Polystichum spinulosum*, *Tormentilla erecta* (1), dont le déve-

(1) Cf. R. H. Yapp. (*243*) pour observations comparables.

loppement végétatif est, de plus, favorisé par l'action protectrice des tiges de leur hôte, mais on ne voit jamais le *Molinia*, servir de substratum à une bruyère tourbeuse qui se constituerait.

Au point de vue écologique, l'*Heleocharetum* se développe, je le répète, dans la zone de balancement aquatique et sur un sol de teneur en eau très hétérogène. Les espèces sociales se groupent en ceintures nettement définies. Vers l'eau, ce sont les *Heleocharis palustris* et *Helodes palustris*, puis les Joncs et *Carex*, enfin les *Molinia* dominent l'ensemble.

Les Sphaignes présentent aussi une zonation nette : au *Sphagnum Gravetii* submergé, succèdent le *S. cuspidatum* amphibie et le *S. cymbifolium* hygrophile exondé (1) ; enfin, en arrière, sur un sol jamais recouvert par les eaux : *S. acutifolium* et *S. compactum* délimitent le tapis sphagnal.

Les variations saisonnières du niveau de l'eau ont une action morphogène aussi bien sur les espèces sociales que sur les individus isolés. Ainsi, les touffes de *Carex stricta*, *C. vesicaria*, *C. rostrata* et *Molinia* ont le pied fortement dénudé par les eaux.

L'ensemble de la plante apparaît comme formant un « touradon ».

En ce qui concerne la biologie des plantes de l'*Heleocharetum*, on peut envisager séparément, comme pour l'association précédente, la dépendance écologique et la plasticité morphologique. Les espèces souples sont la majorité : *Alisma Plantago*, les *Heleocharis*, les *Juncus*, les *Carex*, *Molinia cærulea*, *Agrostis canina*, *Alopecurus*, les *Ranunculus Flammula*, *Helodes*, *Veronica scutellata*, *Mentha aquatica*, *Lycopus europæus* ; les espèces peu souples, l'exception: *Menyanthes trifoliata*, *Scirpus palustris*. Les espèces plastiques principales sont : *Alisma Plantago*, *A. ranunculoides*, *Ranunculus Flammula*; *Helodes palustris*, *Hydrocotyle vulgaris*, sont moins plastiques ; *Alopecurus fulvus*, les *Heleocharis*, *Juncus*, *Carex*, encore moins.

La plasticité des *Alisma* a fait l'objet d'un mémoire

(1) On rencontre souvent sur les tapis de Sphaignes hygrophiles un Basidiomycète spécial : *Galera hypnorum* var. *sphagnorum*.

important de la part de H. Glück ; je n'y ajouterai rien (*181*).

Alopecurus fulvus pousse dans l'eau ou sur un sol entièrement asséché. Cette espèce joue dans l'*Heleocharetum* le même rôle que *Glyceria fluitans* dans le *Myriophylletum*. On observe (à Bellecroix par exemple) une forme nageante, qui est à *A. fulvus* ce que la var. *natans* Wahlenbg. est à *Alopecurus geniculatus* L. Cette forme, plus ample que la forme émergée, à feuilles nageantes et à tiges articulées en genou, correspond probablement à celle qui a été observée dans le lac de Constance par C. Schrœter et O. Kirchner (*202*).

La plupart des espèces plastiques présentent une forme exondée, une forme amphibie, une forme immergée, ainsi que l'a fait ressortir H. Glück (*103*) : *Ranunculus Flammula*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Helodes palustris*, *Galium palustre*, *Veronica scutellata*, *Lycopus europæus*, *Myosotis palustris*, *Mentha aquatica*, *Heleocharis palustris*. H. Glück a pu étudier plusieurs échantillons provenant de Fontainebleau et appartenant aux espèces suivantes : *Galium debile*, *Hydrocotyle*, *Scirpus multicaulis*, *Veronica scutellata*, *Elatine hexandra* et *triandra*.

J'ai observé, dans la mare aux Fées, la curieuse forme aquatique de *Elatine Alsinastrum*, décrite par H. Glück (*103*).

Valeur sociologique. — A ce point de vue, l'*Heleocharetum* est rarement représenté par des individus d'association homogènes, pour les mêmes raisons — encore plus exagérées peut-être — que pour le *Myriophylletum*. Par sa situation topographique et par sa constitution floristique, l'*Heleocharetum* est en relation avec l'association à *Myriophyllum* dans les limites du territoire parcouru.

Plusieurs espèces s'y trouvent en commun, en particulier *Hydrocotyle vulgaris*, *Veronica scutellata*, *Glyceria fluitans*, *Juncus supinus*, c'est-à-dire des plantes souples, aux variations hydrostatiques. L'interpénétration des deux associations se produit sur un sol faiblement déclive. On reconnaît aisément, en pareil cas, que tous les intermédiaires les réunissent, et on s'explique que, dans certaines régions (étangs siliceux de la forêt de Preuilly dans l'Indre) (*15*),

on puisse ne distinguer qu'un seul et même groupement.

L'*Heleocharetum* est, en outre, en relation avec le *Magnocaricetum*, le *Cicendietum*, le Pré à *Agrostis canina*, la Bruyère tourbeuse à *Erica Tetralix*.

L'abondance des Carex et des ubiquistes des associations d'Hélophytes rattache l'*Heleocharetum* bellifontain aux *Magnocaricetum* type, décrit par E. Gadeceau (*93*).

L'*Heleocharetum*, association occidentale, s'observe en dehors du Bassin de Paris (mares du Vexin) (*3*), sur les grèves des étangs de la forêt de Preuilly (Indre) (*96*) et du lac de Grandlieu (*93*), et, dans des conditions analogues, au lac de Biscarrosse dans les Landes (*6*). Dans cette dernière localité, on l'y trouve dépourvu des grands *Carex* et fréquemment mélangé avec le *Cicendietum*. Une bonne partie des espèces du Pré à *Agrostis canina* [Cf. *Agrostidetum* Gadeceau] (*93*), distingué par R. Gaume (*96*), se retrouvent autour des mares de Fontainebleau. Il s'agit d'un groupement de transition entre les associations hygrophiles et les plantes de la lande, dans lequel *Agrostis canina* prédomine.

Il est assez curieux de constater que, si la Bruyère spongieuse à *Erica Tetralix* se rencontre fréquemment autour des mares du Vexin français ou de la Sologne (1), elle n'existe pas, d'une manière tranchée, à mi-distance de ces pays, à Fontainebleau. On sait que, de tous les types de végétation de l'Europe occidentale, la Bruyère à *Erica Tetralix* est un des plus caractéristiques. Il s'agit probablement d'un complexe d'associations connexes, parmi lesquelles on peut distinguer : les mottes de Sphaignes avec *Erica Tetralix* (*Ericetum Tetralicis*), groupement voisin du *Sphagnetum* à Éricacées que l'on rencontre, bien développé, en montagne de moyenne altitude ; une association à *Heleocharis multicaulis*, *Potamogeton polygonifolius*, *Drosera intermedia*, *Rynchospora alba* (*Rhynchosporetum*) dans les parties basses longtemps inondées ; enfin, un groupement de Bruyère sèche, dans les parties les plus élevées des mottes de Sphaignes avec *Cladonia rangiferina*, *C. furcata*, *Polygala serpyllacea*, etc., etc.

(1) En particulier les tourbières des Pétardières et du bois de l'Enfer, près Cheverny (Loir-et-Cher).

A Fontainebleau, l'*Erica Tetralix*, très localisé (Voir p. 26), n'est pas accompagné de son cortège floristique habituel, et, ce n'est que par comparaison avec des régions moins transformées que l'on peut interpréter les individus dégradés de cette association que l'on observe ici, sous une forme fragmentaire d'ailleurs. En dehors de l'*Erica Tetralix*, voici les espèces que l'on retrouve dans la Bruyère tourbeuse typique : *Odontoschisma Sphagni* Dum., *Cephalozia connivens* Lab., *Lepidozia setacea* Mitt., *Sphagnum papillosum* Lindb., *S. medium* Limp., *S. compactum* Schimp., *S. subsecundum* Nees., *S. tenellum* Brid., *Aulacomnium palustre* Schwægr., *Juncus squarrosus* L., *Drosera rotundifolia* L., *Eriophorum angustifolium* Roth., *Deschampsia discolor* R. et S., *Salix aurita* L., etc.

Beaucoup d'indifférentes de l'*Ericetum Tetralicis* se retrouvent dans l'*Heleocharetum.*

La plupart des espèces précédentes, qui comptent parmi les plus rares de Fontainebleau, ne se rencontrent qu'en groupements peu cohérents et difficiles à rapprocher et à interpréter, si l'on n'avait acquis, par ailleurs, une connaissance plus précise de l'association.

De fait, ce n'est pas à Fontainebleau qu'il faut rechercher un type de Bruyère spongieuse net, comme on en rencontre dans l'ouest du Bassin de Paris : à Rambouillet (*12*, *14*), à Heurtauville et dans le pays de Bray (*3*).

Ainsi que le rappelle P. Allorge, « l'association à *Erica Tetralix* est répandue dans le pays de Bray, la Sologne, le Perche, le Hurepoix, la Puisaye, alors qu'elle s'appauvrit ou s'éteint dans le Gâtinais et dans la Brie » (*3*, p. 257). Comme toute association sur les confins de son aire, l'*Ericetum Tetralicis* se désagrège pour passer à des groupements voisins. La désagrégation s'effectue plus ou moins rapidement selon les conditions locales. A Fontainebleau, sur le sol plat, facilement asséchable et non tourbeux des mares, cette association de plantes de tourbière ne peut exister que sous forme fragmentaire. De l'autre côté de la Seine, dans les mares briardes, au fond spongieux et toujours saturé d'eau, la dégradation est moins poussée qu'à Fontainebleau, et l'on peut encore rencontrer groupés : *Drosera rotundifolia*, *Utricularia*

minor, *Menyanthes trifoliata*, *Potamogeton polygonifolius*, *Rhynchospora alba*, *Eriophorum angustifolium*, *Heleocharis multicaulis*, *Carex canescens* (*95*).

3. — Association à « Cicendia filiformis » (*Cicendietum*).

Le *Cicendietum* n'est pas exclusivement lié aux mares. Il se rencontre dans les chemins frais des bois siliceux ou dans les clairières des Bruyères humides. A Fontainebleau, c'est autour de la Glandée, de la mare à Beauge et aux Évées que l'on peut observer cette association typique. Mais, en dehors du nord de la forêt, où la fraîcheur du sol lui permet une facile extension, le *Cicendietum* est plus localisé.

On le trouve souvent, non toujours, autour des mares, en arrière de l'*Heleocharetum*, dans les lacunes marginales de la lande, aux confins de l'extension hivernale-vernale des eaux.

Composition floristique. — Le tableau suivant, en montrant le caractère sociologique de l'*Heleocharetum*, synthétise les relevés effectués notamment à Bellecroix, à Franchard, autour des mares et, çà et là, dans la région humide qui entoure les mares à Beauge ou aux Évées.

A. — Espèces caractéristiques.

Scirpus setaceus L.
Carex leporina L.
— *Œderi* Ehrh.
Juncus Tenageia L.
— *capitatus* Weig.
— *pygmeus* L.
Ranunculus nodiflorus L
Polygonum minus Huds.
Peplis Portula typica L.
Radiola linoides Roth.
Mœnchia erecta Baxt.
Hypericum humifusum L.
Trifolium micranthum Viv.
Bulliarda Vaillantii DC.
Illecebrum verticillatum L.
Limosella aquatica L.
Plantago minima DC.
Centunculus minimus L.
Cicendia pusilla Grieseb.
— *filiformis* Delarbre.

B. — Espèces indifférentes.

Ophioglossum vulgatum L.
Glyceria plicata Fries.
Agrostis canina L.
Eragrostis pilosa P. B.
Juncus conglomeratus L.
— *bufonius* L.
— *supinus* Mœnch *emersus*.
— *squarrosus* L.

Polygonum mite Schrank.
Ranunculus Flammula L.
— *Philonotis* Ehr.
Gypsophila muralis L.
Teesdalia nudicaulis R. Br.
Trifolium minus Relh.
Corrigiola littoralis L.
Tillæa muscosa L.
Callitriche vernalis Koch.
Montia minor Gmel.
Scutellaria minor L.
Brunella vulgaris L.
Veronica acinifolia L.

La liste des accessoires pourrait être allongée par une série de plantes banales que l'on trouve avec le *Cicendietum* : *Poa annua*, *Trifolium repens*, *T. striatum*, etc., ou par des psammophiles de la lande à *Ulex nanus* : *Ranunculus Chærophyllos*, *Spergula Morisonii*, *Hypericum humifusum*, *Ornithopus perpusillus*, etc.

A ces Phanérogames s'ajoutent des Bryophytes. Certaines peuvent être considérées comme caractéristiques à des degrés divers.

Fossombronia Dumortieri Lab.
Fossombronia pusilla Dum.
Lophozia exsectiformis Boul.
Pogonatum aloides P. Beauv.

D'autres ne sont qu'accessoires :

Riccia glauca L.
— *sorocarpa* Bisch.
Cephalozia bicuspidata (L.) Dum
Cephaloziella trivialis Schrb.
Ephemerum serratum Hamp.
Thuidium Philiberti Limp.
Acrocladium cuspidatum (L.) Lindb.
Ceratodon purpureus Brid.
Pottia truncata Br. eur.
Philonotis fontana Brid.
Polytrichum juniperinum Willd.
Dicranella varia Schimp.

Biologie. — Ainsi que le fait remarquer F. Évrard (*80*), la flore des mares comprend, à côté d'espèces liées aux mares gréseuses de la région parisienne (*op. cit.*, p. 47), des plantes que l'on trouve sur les grèves d'étangs, les champs argileux, les étangs tourbeux, les Bruyères et pelouses humides et, simplement, les bois frais.

Cette observation s'applique surtout au *Cicendietum*. Si *Ranunculus nodiflorus* et *Bulliarda Vaillantii* ne s'écartent pas des mares gréseuses de la région parisienne, *Corrigiola littoralis*, *Peplis Portula*, *Illecebrum verticillatum*, *Littorella lacustris*, *Juncus pygmeus* sont les hôtes habituels des grèves inondables des étangs siliceux, *Trifolium minus*, *Eragrostis*

pilosa, *Veronica acinifolia* habitent les champs humides ; enfin, beaucoup d'espèces se rencontrent indifféremment en sous-bois ou dans les Bruyères, pourvu que le sol soit humide.

Contrairement aux associations précédemment étudiées, le *Cicendietum* est constitué, à quelques exceptions près, par des espèces annuelles au développement rapide. Germées au printemps, elles fleurissent et fructifient à la fin de l'été. Selon l'état des eaux et la plasticité propre des espèces, on a pu observer des formes amphibies ou émergées chez les *Cicendia*, *Limosella*, *Littorella*, *Ranunculus Philonotis*, *Illecebrum verticillatum*, *Juncus pygmeus*. H. Glück les a bien étudiées dans son ouvrage d'ensemble sur la flore amphibie (*103*). Les formes submergées ne se rencontrent pas dans le *Cicendietum*, mais seulement les formes émergées ou amphibies.

Enfin, la différenciation marquée de l'association ne se réalise que si l'été n'est pas trop sec.

Valeur sociologique et distribution géographique. — Pour les raisons précédentes (plantes annuelles au développement rapide, instabilité du milieu), il est facile de prévoir que le *Cicendietum* sera une association instable, très ouverte aux apports extérieurs. Les conditions écologiques qui lui permettent de s'installer, permettent, en même temps, l'acclimatation de nombreuses hygrophiles, psammophiles siliceuses, voire même de rudérales, dont la liste aurait alourdi inutilement le tableau précédent.

Répandu dans le Vexin (*3*) et les chemins des forêts normandes (*1*), le *Cicendietum* se rencontre dans l'ouest de l'Europe.

Ainsi que le fait remarquer P. Allorge, cette association offre une incontestable affinité avec le *Pusillæjuncetum* décrit par E. Gadeceau au lac de Grandlieu (*93*). Un *Cicendietum* typique a été récemment reconnu par R. Gaume dans la forêt de Preuilly (Indre) (*96*).

La présence de deux espèces méridionales : *Ranunculus nodiflorus* et *Bulliarda Vaillantii*, confère au *Cicendietum* bellifontain une importance particulière.

Il existe en réalité à Fontainebleau deux variétés de *Cicendietum*. Dans la première ne figurent ni *Bulliarda Vaillantii*, ni *Ranunculus nodiflorus* ; c'est le *Cicendietum* typique de la région de la Glandée et, aussi, de l'ouest de l'Europe. La seconde, qui renferme ces deux espèces, est exclusivement localisée autour des mares (Bellecroix). Par elle, le *Cicendietum* bellifontain des mares rattache le *Cicendietum typicum* de l'ouest au *Cicendietum* observable dans les régions méridionales : mares de Roquehaute (Hérault), mares de la Reghaia près Alger, petites dayas de la vallée de l'oued Cherrat au Maroc.

Ainsi, dans les mares de Roquehaute, on peut observer (1) (*77*, *85*, *103*, *216*) : *Ranunculus lateriflorus* DC. (très voisin de *R. nodiflorus*), *R. Philonotis* Ehr., *Bulliarda Vaillantii* DC., *Cicendia pusilla* Griseb., *Juncus pygmæus* Thuil., *J. bufonius* L., *J. Tenageia* Ehr., *Alisma ranunculoides* L., *Herniaria glabra* L., puis *Marsilia pubescens* Ten., *Pilularia minuta* Dur., *Juncus Gerardi* Lois., *Alopecurus bulbosus* Gouan, *Damasonium stellatum* Pers., *Rumex crispus* L., *Polygonum romanum* Jacq., *Ranunculus Drouetii* Schultz., *Myosurus minimus* L., *Lotus coimbrensis* Willd., *Œnanthe media* Griseb., *Elatine macropoda* Guss., *Callitriche pedunculata* DC., *Lythrum bibracteatum* Salz., *Peplis erecta* Req., *Veronica anagalloides* Guss., *Mentha Pulegium* L., *M. cervina* L., *Myosotis cespitosa* Schultz, *Inula sicula* Ard.

A la Reghaïa (Cf. *3*), signalons, entre autres : *Cicendia filiformis* Del., *Radiola linoides* Roth., *Centunculus minimus* L., *Trifolium micranthum* Viv., *Juncus capitatus* Weig. La comparaison avec le *Cicendietum* s'impose.

Au Maroc, dans la forêt du Camp Boulhaut, la flore des dayas, humides pendant l'hiver seulement, présente aussi d'incontestables analogies avec celle de Fontainebleau.

D'après M. Pitard (*183*), on peut citer : *Elatine Alsinastrum* L., *Radiola linoides* Gmel., *Illecebrum verticillatum* L., *Helosciadium inundatun* Koch., *Cicendia pusilla* Griseb., *C. filiformis* Del., *Rumex conglomeratus* Mur., *Juncus bufo-*

(1) Je remercie mon ami P. Allorge de m'avoir communique un « relevé » précis des mares de Roquehaute

nius, L, *J. pygmæus* Thuil., *J. Tenageia* Ehr., puis des espèces africaines ou circumméditerranéennes.

Enfin, la présence de *Riccia nigrella* DC. sur les sables frais auprès des mares, à Bellecroix, à Franchard (*30*), à la mare aux Couleuvreux, est une preuve de plus en faveur de l'affinité du groupement étudié avec les régions méridionales. D'après F. Camus (*30*), *Riccia nigrella* se retrouve dans l'ouest de l'Europe, en Italie, en Algérie, aux Canaries.

Il est visible, d'après les données floristiques, que cette variété méridionale du *Cicendietum* se retrouve, en dehors de la forêt, sur les grès de Fontainebleau, auprès des mares, mais dans très peu de localités : landes au-dessus de Nemours (*151*), région de La Ferté-Alais (*64*).

II. — Associations d'Algues.

1. — Préliminaires.

A. — Cosmopolitisme et ubiquité des Algues.

Les Algues d'eau douce comptent parmi les organismes dont l'aire est la plus vaste. S'occuper de leur dispersion géographique paraît, dès lors, besogne assez inutile et d'intérêt scientifique médiocre. A quoi bon dresser des listes d'especes qui peuvent se rencontrer partout ?

R. Chodat a stigmatisé, d'une manière catégorique, ces recherches de pure floristique, dans un ouvrage descriptif qui était destiné, cependant, à les favoriser avant toutes les autres (*35*). On peut lire, dans les *Algues vertes de Suisse*, l'expression de la pensée du savant algologue de Genève à ce sujet : « Il est d'une utilité douteuse de sacrifier un temps précieux à établir une énumération floristique des Algues d'eau douce, à moins que cette énumération ne soit faite à un point de vue biologique. »

C. Wesenberg-Lund, dans un important mémoire (*118*), confirme, pour le plancton, le principe du cosmopolitisme général des Algues, lequel apparaît aujourd'hui comme un dogme incontesté.

Il convient cependant de ne rien s'exagérer. Déjà, en 1909, W. West et G.-S. West remarquent, parmi la riche flore desmidiale qui existe dans le limnoplancton d'Écosse et de l'ouest de l'Angleterre, des espèces de valeur géographique différente : en dehors des ubiquistes ou des espèces largement répandues, on trouve des espèces localisées dans l'ouest des Iles-Britanniques. Ce sont, par exemple, *Gonatozygon aculeatum*, *Tetmemorus granulatus* var. *minor*, *Euastrum aboense*, *Cosmarium bipunctatum*, *C. monomazum* var. *polymazum*, *Staurastrum Arctiscon*, *S. Brasiliense* var. *Lundellii*, etc. (*231*).

Il faut remarquer, cependant, que la plupart des espèces ci-dessus, considérées comme occidentales, ont, en réalité, une plus vaste dispersion géographique. Elles ne sont occidentales que par rapport aux Iles-Britanniques, ou à l'Europe tout entière, mais on peut les rencontrer ailleurs. Ces Algues occidentales relatives sont à rapprocher de certaines Phanérogames telles que *Scirpus fluitans* ou *Myrica Gale*, très largement répandues, mais occidentales, si on les rapporte à l'Europe seulement et confondues quelquefois, pour cette raison, dans l'élément floristique strictement occidental.

Quoi qu'il en soit, il existe une distribution géographique particulière, des Desmidiées limnétiques anglaises.

Le plancton à Desmidiées est retrouvé en Suède par E. Teiling ; cet auteur le range dans une *formation* (1) calédonienne qui déborde l'Angleterre (*214*). K. M. Ström la retrouve dans le Telemark (*209*), la Laponie suédoise (*211*) et dans les lacs de la Norvège (*210*). K. M. Levander et Y. Wuorentaus montrent la place importante que tiennent les Desmidiées dans les lacs de la Finlande (*148-150*) ; aux Fœroë, le même phénomène se répète ainsi que le prouvent les observations de F. Borgesen et C. M. Ostenfeld (*19*). Des études entreprises sur la dispersion des Algues dans l'Ouest de la France montrent qu'il y a une parenté floristique incontestable entre la microflore du lac de Grandlieu (Loire-Infé-

(1) Ce mot est malheureusement employé dans un sens floristico-géographique. Le terme d'*élément* conviendrait peut-être mieux.

rieure) (1) ou le plancton de l'étang de Navarrosse (Landes) (*6*) et le plancton à Desmidiées de l'Écosse ou de la Scandinavie occidentale. On retrouve, notamment, plusieurs des espèces signalées plus haut comme occidentales. La « formation » calédonienne s'étend largement, on le voit, en dehors de la Calédonie (Écosse). En ce qui concerne la France et bien que notre documentation soit très incomplète, on peut reconnaître, en dehors d'un élément ubiquiste ou de très vaste extension mondiale, un élément occidental et un élément boréo-alpin (*5*, *62*). Nous sommes loin du cosmopolitisme absolu des Algues ! Au fur et à mesure que l'on connaîtra mieux la dispersion de ces cryptogames à la surface de la terre, on s'apercevra davantage de la localisation de nombreuses espèces en des territoires donnés, autrement dit, de l'endémisme ou du microendémisme des Algues. C'est déjà là un fait incontestable pour les Algues marines.

J. Woloszynska, dans son intéressante étude sur le plancton du lac Victoria, distingue, dans la population limnétique, les organismes ubiquistes, les tropicaux ou subtropicaux et les endémiques. Ces derniers sont représentés soit par des espèces, soit par des sippes de moindre importance (*238*).

En dehors des ubiquistes, on connaît donc actuellement des espèces boréales, des espèces tropicales, des espèces occidentales.

Tous ces faits sont en contradiction avec le dogme du cosmopolitisme absolu des Algues.

On confond quelquefois, dans les ouvrages algologiques, cosmopolitisme et ubiquité. Ces deux notions sont cependant distinctes. La première est purement géographique, la seconde purement écologique. Il existe des Algues ubiquistes et cosmopolites (*Nostoc commune*), des Algues cosmopolites mais non ubiquistes (*Eremosphæra viridis*), des Algues, ni cosmopolites, ni ubiquistes (*Staurastrum boreale*).

L'observation la plus élémentaire montre que les Algues d'eau douce et subaériennes ne sont pas distribuées, au hasard, à la surface de la terre. A des conditions spéciales, correspond

(1) Renseignement de M. P. Allorge.

une flore particulière. Pas plus que les plantes supérieures, les Algues ne sont des organismes, dans l'ensemble, ubiquistes. Il est même à remarquer que si le cosmopolitisme se fait de plus en plus grand, au fur et à mesure que l'on descend l'échelle des êtres, la spécialisation écologique demeure tout aussi étroite, qu'on ait affaire aux plantes inférieures ou aux autres.

B. — Les groupements d'Algues et leur étude.

L'existence de groupements algologiques est une réalité concrète, ainsi que le prouve l'inspection des stations naturelles.

Il existe des groupements d'Algues comme il existe des groupements muscinaux ou phanérogamiques. Mais le fait offrirait assez peu d'importance s'il n'était susceptible de se prêter à la comparaison et à l'analyse. Tout groupement algal vit dans des conditions données et se présente avec une forme externe qui résulte de sa composition qualitative et quantitative. L'étude complète d'une société d'Algues doit comporter la considération de ces notions floristique, écologique et morphologique.

Sans m'étendre trop sur l'historique d'un sujet qui serait fort vaste, je rappellerai que les auteurs qui ont écrit sur la distribution des Algues ont accordé leur préférence aux systèmes basés sur la station ou sur une des propriétés essentielles de la plupart des Algues : la flottaison.

Il n'est pas indifférent de choisir comme guide, dans l'appréciation des groupements d'Algues, le milieu, le caractère de flottabilité ou tout autre caractère.

La sociologie des Algues restera dans l'enfance pour autant que ses méthodes demeureront arbitraires, non homogènes, et que la nomenclature sera vague.

Tout semble encourager la sociologie des Phanérogames et des Bryophytes. Des ouvrages de détermination nombreux rendent les analyses floristiques précises ; des monographies sociologiques excellentes s'imposent comme des modèles suggestifs. La terminologie sociologique a été épurée : « une science est une langue bien faite » ; et le mérite scienti-

fique considérable qui s'attache à beaucoup de travaux récents, fait trouver juste le mot fameux de Condillac.

Que si l'on se tourne vers les végétaux inférieurs, le spectacle est tout différent. La détermination est souvent longue et difficile et les travaux sociologiques bien peu nombreux. Quant à la terminologie, elle est confuse, ambiguë et reflète le vague des méthodes de travail. A toutes ces difficultés s'ajoute la complexité propre du sujet. Je voudrais pouvoir, en un bref aperçu, montrer les avantages et les défauts des diverses méthodes appliquées par les algologues et justifier celle qui a été employée ici. Je réclame l'indulgence pour cet essai de phytosociologie appliqué à un « fait » de végétation algale : celui qui est réalisé dans une série de mares de Bruyère de la forêt de Fontainebleau et dont l'étude plus spéciale viendra ensuite.

a. — Systèmes écologiques purs.

La méthode la plus simple qui se présente à l'esprit consiste à dresser, par types de station, la liste des Algues qu'on y rencontre.

Les stations naturelles sont, par exemple : la mer, les eaux froides ou thermales, les sources, les ruisseaux, les cascades, les fleuves, les lacs, les étangs, les mares, les fossés, les flaques, les marais, les tourbières, les neiges, les plantes, le sol (1).

Cette méthode primitive n'est pas sans rappeler certain chapitre de la *Philosophie botanique*, intitulé « Des lieux qui ont vu naître les plantes » et où l'on trouve énumérées, à peu près, toutes les stations précédentes. A l'idée linnéenne s'apparente visiblement la classification des stations proposée par J. Comère (*42*). On y rattacherait tous les systèmes écologiques purs, plus ou moins perfectionnés. On peut leur adresser en bloc diverses critiques.

Réunir dans une même liste tous les organismes rencontrés dans les étangs d'une région et parler de *formation* d'étangs, c'est faire la même erreur que grouper en une formation de

(1) Cf. par exemple (*235 bis*).

champs toutes les plantes qui poussent dans les champs, quels qu'ils soient, sarclés ou non, fauchés ou non et situés dans n'importe quelles conditions édaphiques; c'est se montrer là un écologiste bien superficiel !

Le milieu, envisagé d'abord d'une manière grossière, plus topographique qu'écologique, un lac, un fleuve, etc., s'est bientôt révélé réductible en de nombreux facteurs, variables dans leur intensité : les uns dominants, d'une perception facile, les autres moins apparents, mais non moins actifs.

Avec des techniques de plus en plus perfectionnées, on est parvenu à mesurer, d'une manière précise, la température, la nature et la teneur des gaz et des sels dissous, la pression osmotique, l'ionisation. Qu'est-il résulté de tout ceci ? Encore peu de chose. Il ne faut pas cependant crier trop vite à la faillite de l'écologie. Les algologues qui se sont servis de ces techniques perfectionnées sont l'exception. Il serait souhaitable que l'on pût rapprocher en des groupements écologiquement voisins, des Algues recueillies dans des localités différentes, mais qu'une analyse minutieuse des conditions de milieu aurait montrées comme très comparables. A défaut de cette écologie fine, il faut bien se contenter d'indications approchées, telles qu'on les trouve indiquées en marge de certaines listes floristiques (*137*, *138*, *215*, etc.).

Mais, de toute manière, on ne peut établir un système de recherches sur une base aussi indéterminée. Car la notion de station est essentiellement indéterminée.

Pour les Algues comme pour les Phanérogames, la station résulte d'un conflit de facteurs que l'on peut analyser plus ou moins profondément, mais qu'il est impossible de définir et de dominer dans toutes leurs manifestations. C'est se contenter d'approximations, de dire, par exemple, eau acide ou rocher calcaire suintant. Et encore, il ne faut pas confondre le milieu total avec la station : cette dernière n'étant que la partie indéterminée du milieu qui agit sur la végétation.

D'autre part, les mots courants sont tout à fait imprécis pour caractériser des conditions de végétation et ne peuvent servir que de nomenclature imparfaite. On pourra trouver

dans les fossés d'une prairie irriguée et dans un ruisseau la même flore de Diatomées rhéophiles. Il s'agit visiblement d'une même association en des milieux apparemment comparables, mais que l'homme désigne pourtant sous deux noms distincts.

Réciproquement, des groupements très différents peuvent se rencontrer dans des stations que l'on désigne du même nom. Ainsi, tous les *lacs* n'ont pas la même flore algale.

Vouloir délimiter les groupements d'après la station, c'est chercher à définir *obscurum per obscurius*. Dans ses études sur le Luxembourg septentrional, H. Kufferath a exprimé, — probablement sans le vouloir, — l'imperfection de la méthode écologique appliquée déductivement. On peut lire dans son mémoire (*137*): « Nous groupons dans les listes suivantes les Algues *par* (1) stations présentant, dans leur ensemble, un même caractère. » Puis, ailleurs : « Ce que nous pouvons faire, c'est de dresser des listes d'Algues d'*après* les divers facteurs et voir, pour chacun d'eux, les associations végétales qui les caractérisent. » Mais, après avoir analysé les eaux de la Lorraine belge et constaté qu'il n'y a pas, entre elles, de grandes différences chimiques, le même auteur conclut d'une manière tout opposée dans ses études sur la dispersion des Diatomées : « Il n'est donc pas possible, rien que par l'analyse chimique, de caractériser une eau au point de vue algologique. Le réactif le plus sensible reste encore le réactif vivant : les Algues qui vivent dans ces eaux... » (p. 384).

Cet aveu d'impuissance, lorsqu'il s'agit de subordonner la flore à la station, nous amène à une conclusion simple : la végétation algale étant plus directement analysable que le milieu où elle évolue doit être étudiée d'abord en elle-même.

b. — Plancton et planctons.

En 1887, Hensen définissait le plancton (de πλαντός = errant) d'une manière simple qui est restée classique : *alles was in wasser treibt* — tout ce qui flotte dans l'eau. Créé pour

(1) C'est nous qui soulignons.

les organismes marins, ce terme heureux fut bientôt étendu aux organismes d'eau douce. Nous n'entreprendrons pas de suivre ici son succès.

Pratiquement, on considère comme plancton tout ce que pêche le filet en soie à bluter. Il y a lieu d'effectuer un triage dans les divers éléments récoltés, car « tout ce qui flotte dans l'eau » n'est pas d'un égal intérêt.

A cet égard, voici les principaux termes (non tous) introduits récemment par R. Kolkwitz (*136*), J. Wilhelmi (*236*) et E. Naumann (*160*), dans la nomenclature planctonique.

Tous les corps figurés contenus dans les eaux = Seston (Kolkwitz)
- Bioseston
  - Neuston = Organismes formant une pellicule flottante à la surface, y compris ceux qui apparaissent fortuitement (Naumann).
  - Plancton (s. st.) = les autres organismes.
- Abioseston (Naumann) = Tripton (Wilhelmi) = détritus de la région planctonique ou neustique

Nous n'envisagerons pas, ici, le détail de cette terminologie.

Habituellement, un plancton, au sens large ou non, se caractérise, soit par le milieu externe, soit par les adaptations des planctontes.

Nous avons assez insisté sur l'indétermination du milieu externe. W. J. Dakin et M. Latarche, qui ne semblent pas se rendre compte de la complexité du milieu où évolue le plancton et de la faiblesse de la méthode déductive (*51*), écrivent, à ce sujet, des propositions bien étranges : « Étant donnés les conditions physiques d'un lac et certains organismes prédominants, il doit être possible, en dernière analyse, d'écrire immédiatement (*to write off at once*) une liste des organismes qui doivent se trouver dans le plancton avec leur abondance respective et leurs changements saisonniers » !

Le plancton marin, bien défini par sa biologie, son type de station, l'aspect de ses constituants, forme un groupe biologique important et relativement homogène. Étendu à la population flottante des eaux douces, le mot plancton a considérablement perdu en précision.

On a distingué un limnoplancton (des lacs), un potamoplancton (des fleuves), un héléoplancton (des mares), un

sphagnoplancton (des sphaignes), un cryoplancton (de la neige), etc., etc., réservant le nom d'haloplancton pour le plancton marin et celui d'hyphalmyroplancton pour les eaux saumâtres.

Tous ces termes ont une valeur inégale et reposent sur une base hétérogène. Le limnoplancton est trop compréhensif ; le potamoplancton n'est qu'un aspect du précédent. La notion d'haloplancton est liée à l'eau salée, celle de limnoplancton à la présence d'une importante masse d'eau douce ; le sphagnoplancton, repose sur l'existence de Sphaignes, le cryoplancton sur celle de la neige. On pourrait adresser au système des planctons précédents la même critique d'hétérogénéité fondamentale, que Gola reprochait au système écologique de Warming. De plus, tous les limnoplanctons, les sphagnoplanctons, etc., ne se ressemblent pas. Leur parenté floristique possible est subordonnée à une réalité écologique de moindre valeur.

Les « adaptations » des planctontes sont suffisamment connues pour que nous n'insistions pas.

La théorie d'Ostwald, appuyée par les récentes recherches expérimentales de T. Rayss (*192*) et Vischer (*225*), permet de justifier les diverses morphoses qui tendent à diminuer la densité ou à augmenter la surface spécifique des organismes planctoniques.

Le plancton marin comprend, selon la forte expression de Pavillard, un ensemble d'organismes qui ont « la même vocation écologique pour la flottaison ». Il serait difficile d'être aussi affirmatif pour la population des masses d'eau modestes et en particulier celle des mares que nous étudions. L'héléoplancton est malaisément caractérisable au point de vue adaptatif. A côté de la vie planctonique, il y a place pour une vie « subplanctonique » suspendue, comme le remarque justement J. Bernard (*13*), et pour la vie fixée. Entre plancton et benthos, la séparation n'est pas aussi nette qu'on le pense. Un système morphologico-épharmonique basé sur les aptitudes à la flottaison — s'il est possible — ne serait pas susceptible de s'appliquer à tous les groupements par sa nature même.

En un mot, la notion purement biologique de plancton ne se rattache actuellement qu'à des systèmes écologiques ou physionomiques.

La place me manque pour exposer les vicissitudes du plancton dans la terminologie sociologique. Les termes de formation, association, sous-association, lui ont été attribués, tour à tour, avec aussi peu de bonheur. C'est le maximum d'imprécision dans une nomenclature scientifique.

c. — Les associations d'Algues.

La station est inconnaissable dans tous ses détails et l'écologie intégrale, impraticable actuellement. Un système physionomique ou stationnel des planctons se heurte à de nombreuses difficultés et ne résout pas le problème des groupements algologiques. La station; ou une propriété biologique de l'espèce, sont des guides imparfaits pour pénétrer la connaissance du groupement. Le besoin de rechercher un appui, dans l'espèce même, est très symptomatique. Ici; on parle de tourbières à Desmidiées; là, de lacs à Dinobryon, de plancton à Myxophycées et Diatomées. La pente naturelle des systèmes écologique et physionomique les porte à recourir à une dénomination plus suggestive que celles empruntées à un caractère du milieu ou de l'épharmonie.

Aborder directement le fait de la végétation algale dans sa composition floristique est un troisième système qu'il reste à envisager. Il est curieux qu'on y ait assez tardivement pensé. Cette méthode, théoriquement très simple, qui consiste à étudier le groupement en lui-même, abstraction faite provisoirement de sa forme externe et des conditions de milieu où il se trouve placé, paraît autrement maniable que l'écologie ou la description physionomique.

Par l'investigation floristique des groupements d'Algues, la notion moderne de l'Association, base de la sociologie végétale, s'introduit en algologie, et c'est là une acquisition dont l'importance n'échappera à personne.

A vrai dire, il y a déjà longtemps que l'on parle d'associa-

tions chez les Algues, mais ce terme recouvre des acceptions bien différentes.

H. Kufferath distingue des associations d'après les conditions stationnelles. Nous avons déjà dit ce que nous pensions de cette subordination (*138*).

On a retenu, comme association, tout groupement qui se présente avec des espèces dominantes. Ainsi L. Diels décrit un *Cyanocapsetum* sur les dolomites du Tyrol, association constituée par des Algues subaériennes, où les *Gleocapsa* du groupe *Cyanocapsa* dominent (*65*). B. Schorler découvre un *Stephanosphæretum*, un *Cladophoretum*, un *Bacillariacetum*, toutes *elementarassoziationen* caractérisées par la prédominance d'un genre, d'une espèce ou d'un groupe systématique (*201*). E. Naumann parle d'un *Trachelomonas volvocina-Chlamydomonetum*, d'un *Chrysococco-Trachelomonade-Euglenetum*, associations planctoniques définies par la dominance presque absolue de quelques espèces (*159*), etc.

Il est difficile d'accepter, les yeux fermés, la dominance spécifique comme critérium de l'association. La dominance du Genêt à balais dans la lande n'est pas la preuve de l'existence d'une association autonome. La prolifération subite d'un organisme planctonique ne confère pas à la « fleur d'eau » qui vient de s'épanouir une grosse valeur sociologique. Un peuplement n'est pas une association ; la dominance n'est qu'un caractère entre plusieurs autres de l'association.

Étude synthétique des groupements. Notion d'association. — L'association résulte essentiellement de la comparaison de relevés homogènes.

Peu nous importerait que la nature offrît le spectacle d'une diversité sociologique infinie si nous ne voyions pas certains groupements se répéter sous nos yeux. La répétition de groupements floristiquement comparables est la base même de la phytosociologie. Il n'est pas indispensable que les relevés soient absolument superposables, ce qui probablement n'existe pas ; il suffit qu'ils aient beaucoup d'espèces en commun.

Si l'on compare, entre eux, les groupements algologiques

des *Sphagnum* mouillés des mares de Fontainebleau, ceux des mares du Vexin et ceux des tourbières circulaires de la Sologne, on est impressionné par une forte proportion d'espèces en commun. Mais, nous le verrons plus loin, beaucoup de relevés effectués dans des conditions analogues se montrent tout aussi comparables. Il est impossible de ne pas attribuer à cette constance floristique plus que la valeur d'un accident.

De tous ces relevés similaires se dégage une idée d'ensemble, une notion abstraite qui les domine et les synthétise : c'est l'association. Toute la difficulté de la méthode consiste à s'adresser à des relevés homogènes, c'est-à-dire à ceux qui n'empruntent leurs constituants qu'à une seule association donnée.

Une certaine habileté à déceler les associations, à éliminer les relevés qui semblent incomplets ou mélangés, à apprécier, en un mot, la pureté des individus d'association, forme un ensemble de qualités qui ne s'acquièrent que par l'habitude et l'expérience des faits sociologiques.

Le « coup d'œil sociologique » est grandement facilité par l'inspection immédiate de la flore lorsqu'on s'adresse aux plantes supérieures. Au contraire, il est rare qu'on se trouve en présence de peuplements algologiques denses qui tranchent sur le paysage végétal (associations d'aérophiles à *Trentepohlia* ou a *Gleocapsa*, facies de chlorhycées filamenteuses), même dans ce cas favorable, on n'atteint pas la constitution intime du groupement. Habituellement, on se voit obligé de se guider sur des *à-côtés* du groupement, pour effectuer des prélèvements : type de station générale, végétation muscinale ou phanérogamique avoisinante. Ainsi, par exemple, si l'on effectue des pêches dans des fosses de tourbage, on ne mélangera pas ces prélèvements avec ceux que fournissent l'expression des Sphaignes immergées ou le lavage des coussinets subaériens de Sphaignes. Tout doit rester séparé.

Effectué dans des conditions apparemment homogènes, comparables et définies, le prélèvement est soumis à l'étude. On détermine sa composition et son homogénéité floristiques. L'individu d'association apparaît, avec l'analyse floristique,

comme la totalité où la partie du prélèvement susceptible d'être comparée utilement à des relevés analogues. De la sorte se développe bientôt l'idée d'un groupement constant, et, lorsqu'il se répète dans plusieurs relevés convenablement effectués, c'est la notion d'association qui se précise.

La connaissance synthétique des associations est liée, on le voit, à la réunion de relevés comparatifs nombreux. Il est regrettable qu'on ne puisse pas trouver, dans beaucoup de travaux déjà publiés, une documentation utilisable. Tel auteur ne s'occupe que d'un groupe exclusivement, tel autre réunit dans une même énumération des prélèvements divers. Il faut bien le dire, les listes précises et complètes, provenant de conditions déterminées, sont encore rares : pour les autres, leur dépouillement est inutile en ce qui nous concerne.

Bien qu'on puisse réunir en des associations nombre de groupements d'Algues, il ne faut pas croire que tous se rattachent nécessairement et nettement à des associations susceptibles d'être définies. A côté de ces dernières, il faut prévoir l'existence de groupements de valeur sociologique moindre.

S'il n'est pas possible de comparer utilement, à d'autres groupements similaires, des groupements observés, on se contentera de les caractériser par une particularité biologique ou écologique avec mention de ou des espèces les plus importantes au point de vue différenciateur.

Des espèces caractéristiques ou différenciatrices.

La reconnaissance des associations d'Algues est liée à la distinction des espèces caractéristiques, lesquelles sont des espèces localisées dans l'association d'une manière exclusive ou préférante (1).

Dans le cortège floristique qui compose une association, toutes les espèces n'ont pas la même valeur hiérarchique : si les unes semblent liées à ladite association pour ne s'en écarter guère, les autres se rencontrent aussi bien ailleurs.

(1) Elles peuvent se rencontrer isolément ailleurs, ou dans des groupements de valeur moindre à une autre association.

Les premières sont caractéristiques ou différenciatrices, les secondes accessoires ou indifférentes. Voici, par exemple, le relevé d'une association où l'on note *Cosmarium Botrytis* et *Asterococcus superbus* ; la première espèce appartient à des groupements très différents ; la seconde, au contraire, est très spécialisée, caractéristique par conséquent.

Une marque des caractéristiques, c'est d'être fortement évocatrices et cela d'autant mieux qu'elles sont nombreuses. Si l'on parle de *Thorea*, d'*Hildebrandtia rivularis*, de *Lemanea*, on voit apparaître un cortège de Diatomées et de Chlorophycées filamenteuses dans une eau vive et aérée ; le nom d'*Hassalia Bouteillei* évoque les falaises crayeuses avec leur microflore aérophile ; ceux d'*Euastrum insigne* et *Glenodinium uliginosum* révèlent le paysage d'une tourbière à Sphaignes avec ses Desmidiées et Diatomées prédominantes. Au contraire, les noms de *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda*, *Nostoc commune*, et les ubiquistes en général, ne déclenchent, dans l'esprit, aucun paysage spécifique.

Les deux catégories : différenciatrices et indifférentes, sont beaucoup trop absolues. Telle espèce sera plus caractéristique que celle-ci, moins que celle-là ; il faudrait distinguer plusieurs degrés entre ces deux extrêmes. C'est probablement ce que permettront d'établir des investigations ultérieures, mais, à l'heure actuelle, il serait très prématuré d'analyser trop loin.

Ce n'est pas la première fois qu'on parle de caractéristiques pour les Algues. Les *Odontidium hyemale* et *Ceratoneis arcus* sont considérés par J. Comère comme caractéristiques de la flore alpine. L. Mangin déclare que le *Chætoceros criophilus* est, entre autres, une des importantes caractéristiques de la flore haloplanctonique de l'Antarctique. H. Kufferath parle d'Algues caractéristiques de différents milieux. Ces acceptions géographiques ou écologiques sont tout à fait différentes de la nôtre, laquelle est purement sociologique. Il est à noter que la fidélité sociologique est distincte des qualités de dominance et de constance. Une caractéristique peut être effacée (filaments de *Stigonema ocellatum*) ou dominante (facies à *Cosmarium pyramidatum*) ; mais la prolifération individuelle

ne fait rien à l'exclusivité sociologique. Le *Chroococcus turgidus*, qui accompagne les Sphaignes immergées des tourbières, se rencontre aussi dans d'autres associations ; c'est une espèce constante mais nullement caractéristique.

Il faut remarquer que, dans plusieurs travaux, on a déjà fait place à la hiérarchisation biologique. L'analyse synécologique a précédé l'analyse sociologique. Dès 1916, F. Steinecke (*206*) adopte la notion de biocénose de Möbius, la même que développera plus tard H. Gams (*94*) dans un substantiel mémoire. Fondée sur la station, cette unité synécologique est subordonnée à la formation. Ainsi la « formation » de la tourbière à Sphaignes (*Hochmoor*) renferme plusieurs biocénoses. Pour chacune d'elles, F. Steinecke essaie de discerner une espèce caractéristique (*Leitform*) qui, semblable aux *Leitfossilien* de la Stratigraphie, se trouve à peu près exclusivement cantonnée dans une biocénose. Ainsi *Eunotia prærupta* est une espèce caractéristique de la tourbière de bas marais (*Flachmoorsumpf*), *Distigma proteus* est caractéristique de la tourbière de transition (*Zwischenmoor*), *Chroococcus turgidus* est caractéristique des dépressions de la tourbière (*Schlenken*).

L'analyse synécologique de diverses stations algologiques de France a déjà fait l'objet de plusieurs travaux (*4*, *5*, *6*, *56*, *59*, *61*).

Récemment, A. Kurz a établi les degrés de « fidélité » écologique d'un grand nombre d'Algues de la région de Trogen, près le lac de Constance (*139*). On sent percer, dans les qualificatifs employés, l'influence de la nomenclature phyto-sociologique appliquée aux plantes supérieures. Ainsi l'*Oscillatoria subfusca* est qualifié de *Gesellschaftsfest* pour les ruisseaux ; le *Tabellaria flocculosa* est *Gesellschaftstreu* pour les tourbières à Sphaignes.

Enfin, en ce qui concerne le plancton, rappelons que W. West et G. S. West (*231*) ont déjà distingué, avec soin, les espèces strictement planctoniques, les variétés planctoniques d'espèces non planctoniques, les espèces plus abondantes dans le plancton qu'ailleurs. C'est là un essai d'analyse biologique qui n'est pas sans présenter un intérêt sociologique.

Les groupements d'Algues peuvent se répartir de la manière suivante :

1° Des groupements quelconques (fragments ou mélanges d'association, peuplements de valeur indéterminée) (Voir p. 68) ;

2° Des associations proprement dites (Voir p. 66).

Les associations reconnues seront désignées, de préférence, par une ou plusieurs espèces abondantes non ubiquistes.

Le plancton n'est pas une association. Il faut conserver à ce premier terme son sens purement biologique. Il peut exister des associations planctoniques lorsqu'elles résultent de la comparaison de peuplements flottants floristiquement voisins, mais c'est leur constitution floristique qui doit les définir plus que leur vie flottante. Il n'est pas du tout équivalent de dire association du limnoplancton ou association planctonique à *Asterionella formosa* et *Botryococcus sudeticus*. Quant au benthos, c'est un complexe que l'on ne peut résoudre que par la confrontation de nombreux relevés comparés et circonstanciés.

Étude analytique des groupements. — L'étude analytique des groupements algologiques, qu'elle s'applique à des associations, des complexes, des fragments ou des groupements de valeur indéterminée, comporte, comme pour les plantes supérieures, la distinction de caractères tels que l'abondance, la dominance, la fréquence, la vitalité, la périodicité des espèces constituantes.

Les mêmes définitions sont aussi bien valables pour les Algues que pour les plantes supérieures.

L'abondance « est l'expression du nombre relatif des individus de chaque espèce entrant dans la constitution de la population ou de l'individu d'association étudiés » (*23*). On peut exprimer l'abondance par les termes, les abréviations, les chiffres ou les symboles suivants :

Très abondant : t. ab., 4, ▬ ;
Abondant : ab., 3, ▬ ;
Assez abondant : a. ab., 2, — ;
Isolé : is., 1,...

Beaucoup d'auteurs emploient un nombre plus élevé de

coefficients, 7 ou 8 par exemple. Dans cet arsenal de chiffres difficiles à manier, on saisit mal la différence qui sépare deux termes moyens, 4 et 5 par exemple.

Dans certains pays, on mesure avec grande précision (?) l'abondance d'une Algue, et on l'exprime par un nombre. Tous les planctologues ont vu de ces listes interminables de chiffres allant de quelques unités jusqu'à plusieurs dizaines de mille. En ce qui me concerne, je pense qu'il est tout aussi précis de dire organisme très abondant ou très rare, que lui attribuer, à la suite de longs calculs, les deux nombres 20 et 50 000, par exemple.

Obtenus par des statistiques approchées, et déformés par des coefficients multiplicateurs, ces chiffres n'ont que l'apparence de la précision mathématique. Il importe souvent moins d'exprimer l'abondance absolue des espèces que leur abondance relative.

Il ne me paraît pas indispensable d'établir une échelle spéciale pour la dominance, c'est-à-dire l'étendue spatiale qu'occupe une espèce. La désignation : espèce dominante suffira.

La fréquence, ou dispersion, concerne la façon dont les individus de chaque espèce sont dispersés entre les divers prélèvements effectués. On peut exprimer la fréquence spécifique de cette manière :

Très fréquent ou très commun : TC, 4 ;
Fréquent ou commun : C, 3 ;
Assez rare : AR, 2 ;
Rare : R, 1.

S'il est indispensable que les indications relatives à la fréquence et à l'abondance soient relevées, il n'est pas nécessaire qu'elles figurent dans le travail définitif.

La vitalité ou prospérité « concerne le degré de développement et de prospérité atteint par les différentes espèces » (*25*). Il est très important de noter la vitalité des espèces et leur état de développement (état végétatif, œufs, akinètes, aplanospores, zoospores). L'abondance est, chez les Algues, nettement en rapport avec la vitalité végétative.

L'étude de la périodicité des espèces, disent J. Braun-Blan-

quet et J. Pavillard, « permet de fixer la durée et d'apprécier l'intensité temporaire de la concurrence de chaque espèce au cours de l'année ». Les aspects saisonniers d'une population algale résultent de l'examen de la composition floristique qualitative et quantitative et de la vitalité. On utilisera, avec avantage, le système de E. Transeau (*220*, *221*) relatif à la périodicité des Algues. Il est utile de noter l'indifférence ou la souplesse écologique des Algues, leur plasticité, leurs morphoses, leur type de nutrition. A ce dernier point de vue, les observations de R. Kolkwitz serviront utilement (*134*).

La connaissance utile des associations et groupements implique, comme complément indispensable, la connaissance du milieu. Autant qu'on le pourra et pour permettre tous les rapprochements suggestifs, indiquer le régime hydrographique, la composition des eaux, leur température, etc.

Enfin, pour tout dire, il importe plus, actuellement, d'observer des faits nouveaux et de chercher à les coordonner et à les expliquer plutôt que de se livrer à une longue méthodique verbale, prématurée et stérile.

2. — La végétation algale des mares de Fontainebleau.

A l'exception des mares de la forêt, il existe peu de stations où l'on puisse recueillir des Algues dans la région de Fontainebleau. Les stations subaériennes représentées par l'écorce des arbres, les rochers, le sol, fournissent une flore assez pauvre que j'ai entièrement délaissée : *Chlorella vulgaris*, *Stichococcus bacillaris*, *Protococcus vulgaris*, *Trentepohlia aurea*, etc. Les grès fissurés humides ou les pierres descellées de l'aqueduc de la Vanne sont recouverts de *Gleocapsa*, *Gongrosira*, etc. Enfin, les stations aquatiques comprennent les petites mares de la forêt, les bassins du château, le canal, le ru de Changis qui en provient et dans lequel se déversent les égouts de Fontainebleau, Avon et Changis. De toutes les stations aquatiques et subaériennes, les mares se placent au premier rang pour l'intérêt de leur flore et de leur végétation. J'ai effectué des prélèvements dans la presque totalité de

ces mares, mais cinq d'entre elles ont été visitées d'une manière régulière, presque chaque mois, depuis la fin de 1918 jusqu'en 1922. Ce sont : la mare à Piat, la mare aux Pigeons, la mare aux Couleuvreux, la mare aux Fées, la mare-fontaine d'Épisy. La liste de toutes les espèces recueillies sera donnée en annexe à la fin du travail, avec des remarques systématiques. Nous retiendrons particulièrement, dans les pages qui vont suivre, la végétation de ces cinq mares types qui ont été choisies, à dessein, pour étudier, de près, les aspects multiples de leur microflore. Deux séries de prélèvements ont été effectués lorsqu'il y avait lieu : dans la ceinture marginale de Sphaignes et dans la région centrale, souvent dépourvue de végétation supérieure. Une simple poche en soie à bluter suffisait pour les prélèvements *intersphagnos*. Un filet plus perfectionné, longuement emmanché, pareil à celui qu'employait J. Virieux (*224*), servait aux pêches planctoniques proprement dites.

Le produit de chaque pêche était le plus généralement fixé immédiatement avec quelques gouttes de formol à 40 p. 100. Ce fixateur a non seulement l'avantage d'être peu encombrant et peu coûteux, mais aussi de ne pas déformer les Algues. Toutefois, il faut remarquer que, si certains Flagellés (*Phacus Pleuronectes*) sont remarquablement fixés par le formol, d'autres, d'une constitution colloïdale différente, sont rendus méconnaissables par l'emploi de ce réactif. C'est le cas, en particulier, des saprophytes décolorés (Protomastiginées, etc.), pour lesquels l'observation du matériel frais s'impose. Plusieurs fois, dans le but de préciser des détails de structure, j'ai employé à la place de formol de l'acide chromique ou de l'acide picrique à saturation ; mais, le fixateur de choix a été le tétroxyde d'osmium en vapeur (acide osmique).

La coloration par l'éosine ou l'hématoxyline, après fixation, peut compléter, sans la remplacer toutefois, l'observation vitale. Les prélèvements, effectués avec le plus grand soin, ne peuvent donner une idée totale, absolue, de la flore : des organismes passent à travers les mailles du filet (nannoplancton, bactérioplancton) (*115*) ou ne sont pas capturés. D'autre part, on n'a jamais le loisir d'examiner tout le

dépôt sédimenté au fond des tubes. Néanmoins, l'expérience montre, qu'avec de nombreuses préparations effectuées à partir de prélèvements que l'on a eu soin de répéter à diverses périodes de l'année, on se fait une idée suffisamment complète de la flore algale des mares. Seuls, les organismes trop peu nombreux, trop fins ou trop fugaces échappent à l'observation. Étant donnée la faible superficie des mares, on peut fouiller une grande masse d'eau et échapper, par cela même, aux critiques que l'on adresse aux planctologues, qui, opérant sur de grandes surfaces aquatiques (lacs, fleuves), n'y effectuent que des prises trop localisées. Je ne me suis occupé que de recherches qualitatives et nullement de mesures quantitatives, comme en pratiquent certains limnoplanctologues. La méthode de la pompe suivie de filtration des pêches sur gaze fine, puis mesure totale des résultats, ne saurait être employée ici à cause de la proportion trop élevée de matières non vivantes en suspension dans les eaux.

Enfin, j'ajouterai que je prenais la température de l'air et de l'eau à chacune des mares visitées.

A cause de leur petitesse et de leur instabilité, les mares de Fontainebleau sont difficiles à analyser au point de vue sociologique. On peut reconnaître cependant, dans la végétation algale, au moins deux types extrêmes: un type marginal et un type central.

Le type marginal comprend les Algues qui habitent dans la ceinture des Sphaignes ou encore au milieu des plantes aquatiques-amphibies. Il s'agit d'un groupement bien représenté dans les tourbières à Sphaignes mouillées et qui rentre dans l'association à *Micrasterias truncata* et *Frustulia saxonica*, que j'ai reconnue précédemment dans ces stations (*62*). Le type central renferme, entre autres, des Algues que l'on ne rencontre pas dans les tourbières, mais seulement dans les masses d'eau libre plus importantes. Le caractère sociologique de ce groupement est, nous le verrons, trop peu accusé pour qu'on puisse, à ma connaissance, lui attribuer une place dans une association bien définie. C'est un héléoplancton dont les affinités le rattachent à l'association précédente. Entre le

type central et le type marginal, s'établissent de multiples interférences que traduit une forte communauté floristique. Nulle part on ne sent autant le « continu » des groupements végétaux et la difficulté de les séparer.

A. — Analyse du complexe.

a. — *Association à « Micrasterias truncata » et « Frustulia saxonica ».*

Les tourbières à Sphaignes de nos régions sont des mosaïques de groupements encore mal analysés. Reliés floristiquement et dynamiquement les uns aux autres, ils offrent un complexe déconcertant à débrouiller. Mais que dire des groupements d'Algues qui vivent au milieu des Phanérogames et des Mousses! Leur interdépendance est si étroite et, d'autre part, les observations sont si éparses qu'on hésite à essayer une synthèse.

Il est cependant incontestable que les populations algales de diverses tourbières à Sphaignes présentent des affinités floristiques de premier ordre. Un grand nombre d'observations m'ont confirmé dans l'idée que l'existence de groupements aussi comparables impliquait la création d'une catégorie plus haute qui les domine tous en les synthétisant. Des lectures m'ont fourni quelques arguments dans le même sens. C'est le résultat de cette première estimation qui m'a conduit à établir l'existence d'une association à *Micrasterias truncata* et *Frustulia saxonica*, dont les contours seront peut-être susceptibles d'être revisés. J'ai conçu ici, cette association, d'une manière volontairement compréhensive.

Composition floristique. — Telle que je l'ai reconnue et analysée à Fontainebleau, l'association à *Micrasterias truncata* et *Frustulia saxonica* est constituée synthétiquement de la manière suivante :

A. — Espèces caractéristiques.

Schizothrix Mulleri Næg.
Hapalosiphon fontinalis (Ag.) Born.
Stigonema ocellatum (Thur. p. pte) Borzi.
Scytonema tolypotrichoides Kuetz.
Calothrix Weberi Schmidle.
Syncrypta volvox Ehrenb.
Cryptomonas compressa Pasch.
Glenodinium uliginosum Schill.
Frustulia saxonica Rabenh.
Asterococcus superbus Scherff.
Actidesmium Hookeri (Reinsch.) Hansg.
Eremosphæra viridis de Bary.
Oocystis solitaria Wittr.
Nephrocytium closterioides Bohl.
Binuclearia tatrana Wittr.
Geminella mutabilis (Næg.) Wille.
Œdogonium Itzigshonii de Bary.
Mesotænium Endlicherianum Næg.
Netrium Digitus (Ehrenb.) It. et R.
— *interruptum* (Bréb.) Lutkem.
Closterium costatum Corda.
— *didymotocum* Corda.
— *gracile* Bréb.
— *Lunula* (Nüll.) Nitzsch.
Tetmemorus granulatus (Bréb.) Ralfs.
Euastrum ansatum Ralfs.
— *binale* (Turp.) Ehrenb.
Euastrum elegans (Bréb.) Kütz.
— *oblongum* (Grev.) Ralfs.
— *pectinatum* Bréb.
— *verrucosum* Ehrenb.
Micrasterias denticula Bréb.
— *papillifera* Bréb.
— *rotata* (Grév.) Ralfs.
— *truncata* (Corda) Bréb.
Cosmarium amœnum Bréb.
— *Cucurbita* Bréb.
— *pachydermum* Lund.
— *pygmæum* Arch.
— *pyramidatum* Bré b
— *sphagnicolum* W. et G. S West.
— *subcucumis* Schmid.
— *tetraophthalmum* Bréb.
— *tinctum* Ralfs.
Arthrodesmus convergens Ehrenb,
— *Incus* (Bréb.) Has.
— *octocornis* Ehrenb.
— *triangularis* Lager.
Staurastrum dejectum Bréb.
— *Dickiei* Ralfs.
— *furcigerum* Bréb.
— *inconspicuum* Nordst.
— *teliferum* Ralfs.
— *brachiatum* Bréb.

B. — Espèces indifférentes.

Microcystis æruginosa Kuetz.
— *firma* (Bréb. et Lenorm.) Rabenh.
Chroococcus turgidus (Kuetz.) Næg.
— *minutus* (Kuetz.) Næg.
Merismopedia glauca (Ehrenb.) Næg.
Nostoc commune Vauch.
Tolypothrix lanata (Desv.) Wartm.
Chromulina Woroniniana Fisch.
Mallomonas acaroides Perty.
— *producta* Iwan.
Synura Uvella Ehrenb.
Dinobryon cylindricum Imhof.
Chrysostephanosphæra globulifera Scherf.
Cryptomonas nasuta Pasch.
Euglena acutissima Lemm.
— *oblonga* Schmitz.
— *oxyuris* Schmarda.
Lepocinclis Steinii Lemm.
Phacus longicauda (Ehrenb.) Duj.
— *pleuronectes* (O. F. M.) Duj.
Trachelomonas volvocina Ehrenb.
Menoidium incurvum Fres.
Peridinium bipes Stein.
— *cinctum* Penard.
Tabellaria flocculosa Kuetz.
Eunotia lunaris Grun.
Frustulia vulgaris Cl.
Stauroneis anceps Ehrenb.

Stauroneis Phœnicenteron Ehrenb.
Navicula radiosa Kuetz.
Pinnularia major Rabenh.
— *subcapitata* Greg.
— *Tabellaria* Ehrenb. *Wolfensbergeri* Heist.
— *viridis* Ehrenb.
Gomphonema acuminatum Ehrenb.
— *constrictum* Ehrenb.
Cymbella maculata Kuetz.
Epithemia Zebra Kuetz.
Gleocystis ampla Kuetz.
Palmodictyon varium (Næg.) Lemm.
Apiocystis Brauniana Næg.
Pediastrum Boryanum (Turp.) Meneg.
— *Tetras* (Ehrenb.) Ralfs.
Westella botryoides (V. West) Schmidle
Oocystis elliptica West.
Tetraedron lobulatum (Næg.) Hansg.
— *curvatum* (W. West) Wille.
Scenedesmus plur.
Kirchneriella lunaris (Kirchn.) Mœb
Dimorphococcus lunatus A. Br.
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs.
Cœlastrum cambricum Arch.
Geminella interrupta Turp.
Zygnema ericetorum (Kuetz.) Hansg.
Cylindrocystis Brebissonii Menegh.
Closterium acutum (Lyngb.) Bréb.
— *Archerianum* Cleve.
— *Dianæ* Ehrenb.
— *Ehrenbergii* Menegh.
— *incurvum* Bréb.
— *intermedium* Ralfs.
— *Jenneri* Ralfs.
Closterium Kuetzingii Bréb.
— *lanceolatum* Kuetz.
— *Leibleinii* Kuetz.
— *parvulum* Næg.
— *peracerosum* Gay.
— *pronum* Bréb.
— *rostratum* Ehrenb.
— *setaceum* Ehrenb.
— *striolatum* Ehrenb.
— *Venus* Kuetz.
Pleurotænium coronatum (Bréb.) Rabenh.
Pleurotænium Ehrenbergii (Bréb.) de Bary.
Pleurotænium truncatum (Bréb.) Næg.
Micrasterias Crux melitensis (Ehr.) Hass.
Cosmarium Botrytis Menegh.
— *connatum* Bréb.
— *conspersum* Ralfs.
— *humile* (Gay) Nordst.
— *margaritiferum* Menegh.
— *obliquum* Nordst.
— *ornatum* Ralfs.
— *pseudoconnatum* Nordst
— *quadratum* Ralfs.
— *Quadrum* Lund.
— *reniforme* (Ralfs) Arch.
Xanthidium aculeatum Ehr.
— *antilopæum*(Bréb.) Kuetz.
— *cristatum* Bréb.
— *fasciculatum* Ehrenb.
Staurastrum alternans Bréb.
— *dilatatum* Ehrenb.

Les meilleurs relevés qui ont servi à constituer cette liste ont été effectués, parmi les Sphaignes ou les plantes des associations aquatiques, à Bellecroix, à Franchard, dans les mares aux Pigeons, aux Couleuvreux, aux Fées.

Les divers groupes systématiques qui composent la microflore marginale des Sphaignes sont inégalement représentés.

Les Myxophycées sont peu abondantes. Les plus constantes et fréquentes sont *Chroococcus turgidus*, *Microcystis æruginosa*, *Merismopedia glauca*, *Tolypothrix lanata*, *Hapalosiphon fontinalis*. Je n'ai pas rencontré jusqu'ici le *Syne-*

chococcus æruginosus, espèce constante et caractéristique des tourbières. On rencontre bien quelques filaments d'Oscillaires épars, mais jamais avec cette abondance que l'on observe dans les eaux polluées de faible profondeur, ou encore sur la terre humide.

Les groupes inférieurs de Flagellés (Pantostomatinées, Distomatinées) constitués par des espèces saprophytes sont mal représentés dans les eaux pures, à l'exception de quelques unités, d'ailleurs fugaces.

Les Flagellés pigmentés, très abondants dans les mares, sont représentés par des *Mallomonas*, *Dinobryon*, *Trachelomonas*, organismes d'eau pure, souvent acide. Ils font partie du Dinobryon Verein de E. Lemmermann (*143*).

Les Protococcales, Tétrasporales, Volvocales sont éparses. Cependant la valeur caractéristique des *Schizochlamys gelatinosa*, *Asterococcus superbus*, *Eremosphæra viridis*, *Nephrocytium closterioides*, est à souligner.

L'association renferme, typiquement, un bon nombre de Diatomées, parmi lesquelles il faut noter l'abondance des grandes Pinnulaires; c'est là un fait fréquemment observé dans les tourbières (*178*, *180*, *181*).

L'abondance et la variété des Desmidiées sont une des marques caractéristiques de l'association.

Pour J. Comère (*37*, *38*), « la constitution géologique des terrains n'exerce pas une influence bien marquée sur la distribution géographique des Conjuguées ». Pour W. West et G. S. West (*231*), l'antiquité des formations géologiques est un facteur de distribution fondamental pour les Desmidiées : ne sont riches en ces Conjuguées que les terrains situés sur le paléozoïque. Prises à la lettre, ces deux opinions sont fausses. Les Desmidiées se développent, de préférence, dans les eaux pauvres situées sur les terrains siliceux ou décalcifiés de n'importe quel âge. On trouve des Desmidiées dans le tertiaire parisien, sur les terrains secondaires (tourbières du Jura), aussi bien que sur les terrains plus anciens. L'idée de W. H. Pearsall (*171*, *172*) paraît plus juste : la flore desmidiale est associée à des roches peu calcaires à sédimen-

tation faible : circonstances réalisées précisément à Fontainebleau, dans les mares de Bruyère.

Valeur sociologique et distribution céographique.— L'association à *Micrasterias truncata* et *Frustulia saxonica* se rencontre au milieu des Sphaignes mouillés des tourbières. Dans les couloirs de drainage où l'eau circule plus activement, on a affaire à un autre groupement avec *Draparnaldia plumosa* et *Batrachospermum vagum*. L'eau brune stagnante qui emplit les fosses de tourbage renferme un groupement à Protoccales et Flagellés bien analysé par G. Deflandre dans les tourbières de Haute-Savoie (*56*). Enfin, sur les Sphaignes émergés qui représentent en général le dernier terme de l'évolution de la tourbière, vit une association desmidiale aérophile distincte (*5*).

Tels sont, avec l'héléoplancton qui sera analysé plus loin, les principaux groupements affinés à l'association étudiée. Toute tentative de généralisation géographique de ladite association est forcément délicate, étant donné l'état de toute première enfance de la sociologie des Algues.

Malgré la pénurie documentaire, on ne peut s'empêcher d'être frappé par les analogies que l'on constate, en confrontant certaines listes d'Algues avec mes propres relevés. Je sais bien que les relevés ainsi comparés n'ont pas la même importance, mais la constance, la répétition des mêmes espèces dans des groupements voisins et des circonstances de vie comparables s'impose à l'esprit comme une réalité incontestable.

On retrouve dans les mares à *Sphagnum* du Vexin français une flore algale qui ressemble tout à fait à la nôtre (*3*). L'énumérer serait répéter à peu de chose près la liste précédente. J'ai observé en Bretagne (*61*), en Sologne (1), en Auvergne (1), dans les Pyrénées (*62*), la même association à *Micrasterias truncata*.

L'homogénéité des groupements que P. Allorge et moi avons analysés dans les tourbières à Sphaignes du Jura (*4*), des Alpes (*5*) et des Landes (*6*), me permet de les rapprocher

(1) Résultats non publiés

de celui qui est étudié ici. G. Deflandre signale, dans la Haute-Savoie, une microflore analogue à celle que nous avons décrite (*56*). Il est facile de reconnaître sa parenté avec les listes floristiques de F. Auclair concernant les tourbières d'Auvergne (*8*) et celles de P. Petit se rapportant à celles des Ardennes (*180*, *181*) (1). Les simples listes floristiques, sans caractère sociologique, offrent plus d'une suggestion. L'inspection des notes de P. Allorge, sur la Margeride (*2*), de M. Gomont sur la Haute-Auvergne (*106*), de A. Lemaire sur les Vosges (*141*), de P. Petit sur la Rhune (Basses-Pyrénées) (*178*), de l'abbé P. Frémy sur le Cotentin (*87*), évoque tout un cortège d'espèces qui accompagnent les espèces rares, signalées seulement. On peut prévoir qu'on rencontrera la même association dans la plupart des tourbières à Sphaignes de France, beaucoup plus fréquentes qu'on ne le croit généralement.

En dehors de la France, l'association existe, et la lecture de nombreux documents le démontre. Pour la Suisse, nous retiendrons surtout les travaux de F. Ducellier (de Genève) (*66*, *67*, *70*) et de A. Kurz (de Berne) (*139*). Les tourbières du Simplon, du Grimsel, des Terrasses Prantin, pour ne citer que celles-là, renferment une végétation desmidiale très comparable à la nôtre avec, en outre, des espèces montagnardes, — que l'on retrouve d'ailleurs dans les tourbières des Alpes et des Pyrénées françaises. Pour se rapporter à une région plus restreinte, le travail de A. Kurz n'en apporte pas moins à ma thèse un appui précieux. Dans les tourbières situées au nord de la région d'Appenzell, cet auteur signale entre autres : *Chroococcus turgidus*, *Merismopedia glauca*, *Hapalosiphon intricatus*, *Stigonema ocellatum*, *Phacus Pleuronectes*, *Dinobryon cylindricum*, *Trachelomonas volvocina*, *Eunotia lunaris*, *Stauroneis anceps*, *Frustulia saxonica*, *Pinnularia* sp. plur., *Eremosphæra viridis*, *Oocystis Novæ Semliæ*, *Scenedesmus bijugatus*, *Microthamnion strictissimum*, *Hormospora mutabilis*, *Ophiocytium parvulum*, *O. cochleare*, *O. majus*, *Cylindrocystis Brebissonii*, *Netrium Digitus*, *Closterium strio-*

(1) La flore desmidiale et diatomique de Fontainebleau est très comparable à celle des marais du Haut-Butté (*180*).

latum, *Euastrum Didelta*, *E. insigne*, *E. binale*, *Micrasterias truncata*, *M. papillifera*, *M. rotata*, *Cosmarium sphagnicolum*, *C. amœnum*, *C. pseudamœnum*, *Arthrodesmus Incus*, *Staurastrum teliferum*, *Gymnozyga moniliformis*, etc., toutes espèces trouvées à Fontainebleau.

En Belgique, l'association étudiée se retrouve, avec des constituants très comparables, au marais de Stockhem, dans le Luxembourg méridional, ou à la Baraque de Fraiture, dans le Luxembourg septentrional. Il serait aisé de le montrer en dépouillant divers travaux de H. Kufferath (*137*, *138*).

Je n'entreprendrai pas de citer tous les travaux anglais dans lesquels on pourrait reconnaître l'association dont nous poursuivons l'extension à travers l'Europe. Le livre de G. S. West (*235*) synthétise ce qui a été publié d'essentiel sur les Iles Britanniques. Le *Sphagnum-bog Association* retenu dans cet ouvrage, entre autres types de groupements, renferme : *Stigonema ocellatum*, *Chroococcus turgidus*, *Glenodinium uliginosum*, *Pinnularia major*, *P. nobilis*, *P. viridis*, *P. Iridis*, *Stauroneis Phœnicenteron*, *Frustulia saxonica*, *Eremosphæra viridis*, *Closterium Lunula*, *C. turgidum*, *C. didymotocum*, *C. striolatum*, *C. juncidum*, *C. gracile*, *Penium margaritaceum*, *P. spirostriolatum*, *Euastrum crassum*, *E. ampullaceum*, *E. Didelta*, *E. pectinatum*, *Micrasterias denticulata*, *M. rotata*, *M. papillifera*, *M. truncata*, *Xanthidium armatum*, *Cosmarium tetraophthalmum*, *C. margaritiferum*, *C. Cucurbita*, *Staurastrum hirsutum*, *S. muricatum*, *S. Reinschii*, *S. brachiatum*, *Tetmemorus granulatus*, *T. lævis*, *Hyalotheca dissiliens*, *Gymnozyga moniliformis*, etc. Les loughs et moor-pools d'Irlande ont une microflore similaire (*230*).

Vers le nord de l'Europe, les tourbières s'étendent amplement, et il ne faut pas s'étonner que leur flore algale soit très comparable à celle des tourbières de nos régions. Les listes données par K. M. Ström sur la végétation du Sarek (*211*), du Telemark (*209*) et de la Scandinavie en général (*212*) en apportent la preuve. Ainsi, dans les tourbières des montagnes du Sarek, on peut noter : *Chroococcus turgidus*, *Synechococcus æruginosus*, *Stigonema ocellatum*, *Tolypothrix tenuis*, *Glenodinium uliginosum*, *Peridinium cinctum*, *P. inconspi-*

cuum, *P. Willei*, *P. umbonatum*, *Eremosphæra viridis*, *Asterococcus superbus*, *Oocystis solitaria*, *O. elliptica*, *Pediastrum Boryanum*, *Scenedesmus bijugatus*, *S. obliquus*, *Cylindrocystis Brebissonii*, *Penium navicula*, *P. polymorphum*, *Netrium Digitus*, *Closterium acutum*, *C. Dianæ*, *C. Jenneri*, *C. parvulum*, *C. striolatum*, *Tetmemorus granulatus*, *T. lævis*, *Pleurotænium Ehrenbergii*, *Euastrum ansatum*, *E. bidentatum*, *E. binale*, *E. denticulatum*, *E. elegans*, *E. oblongum*, *E. verrucosum*, *Micrasterias papillifera glabra*, *M. rotata*, *M. denticulata*, *Cosmarium bioculatum*, *C. Blyttii*, *C. Bœckii*, *C. Botrytis*, *C. conspersum latum*, *C. difficile sublæve*, *C. formosulum*, *C. granatum*, *C. læve*, *C. margaritatum*, *C. margaritiferum*, *C. Phaseolus elevatum*, *C. Portianum*, *C. pygmæum*, *C. quadratum*, *C. subcrenatum*, *C. subspeciosum*, *C. subtumidum*, *C. tetraophthalmum*, *C. Turpini*, *C. undulatum*, *C. venustum*, *Arthrodesmus convergens*, *A. Incus*, *A. octocornis*, *Xanthidium antilopæum*, *X. octocornis*, *Staurastrum aculeatum*, *S. Dickiei*, *S. dilatatum*, *S. furcigerum*, *S. gracile*, *S. hexaceros*, *S. hirsutum*, *S. insigne*, *S. margaritaceum*, *S. muricatum*, *S. orbiculare Ralfsii*, *S. pilosum*, *S. polytrichum*, *S. paradoxum*, *S. bicorne*, *S. punctulatum*, *S. spongiosum*, *S. teliferum*, *Hyalotheca dissiliens*, *Ophiocytium parvulum*, *O. cochleare*.

Malgré les quelques espèces montagnardes, la comparaison avec Fontainebleau s'impose.

Pour l'Allemagne et l'Autriche, il faudrait citer de nombreux travaux ; la place me manque, et, à m'en tenir aux modernes, j'énumérerai simplement ceux de W. Heering et H. Homfeld sur les tourbières des environs de Hambourg (*120*), de M. Voss sur les tourbières du Greifswald (*226*), de R. Fischer sur les Algues de Moravie (*83*), de F. Steinecke sur les marais de Zehlau (*206*, *207*). Dans la zone de balancement aquatique des hauts marais de Zehlau, on peut citer, d'après F. Steinecke : *Anabæna augstumalis*, *A. flos-aquæ gracilis*, *Stigonema ocellatum*, *Hapalosiphon fontinalis*, *Calothrix Weberi*, *C. adscendens*, *Bodo* sp. plur., *Mallomonas caudata*, *Synura Uvella turfacea*, *Peridinium cinctum*, *Euglena elongata*, *Cryptomonas ovata*, *Cœlastrum reticulatum conglomeratum*, *Rhaphidium Braunii*, *R. mirabile*, *Gleocystis gigas*,

G. Nægeliana, *Oocystis solitaria*, *O. Nægelii*, *Protococcus saturnus*, *Dictyosphærium pulchellum*, *Chlamydomonas media*, *Binuclearia tatrana*, *Stigeoclonium Kuetzingianum*, *Gleopax Weberi*, *Pleurotænium tridentulum*, *P. minutum*, *P. crassiusculum*, *P. spirostriolatum*, *Mesotænium micrococcum*, *M. Endlichearianum*, *Closterium pronum*, *C. Jenneri*, *Gymnozyga moniliformis*, *Tetmemorus Brebissonii*, *Xanthidium antilopæum*, *Cosmarium palangula*, *C. Hammeri*, *C. pygmæum*, *C. subtumidum*, *C. moniliforme pulcherrimum*, *Micrasterias truncata*, *Euastrum binale*, *Staurastrum polymorphum*, *S. furcatum*, *S. Nigræ Sylvæ*, *Frustulia saxonixa*, *Eunotia lunaris*, *Nitzschia gracilis turfacea*.

42 p. 100 de ces espèces sont en commun avec la flore correspondante bellifontaine.

K. M. Ström remarque que la flore algale de Lunz (*213*), en Autriche, est tout à fait comparable à certaines associations de tourbières scandinaves ou anglo-britanniques. Enfin, en Pologne, on retrouve des groupements analogues. Dans la tourbière à *Betula nana* de Neulinum, je citerai, d'après F. Steinecke et E. Lindemann (*208*), les espèces suivantes : *Chroococcus turgidus*, *C. minutus*, *Gleothece linearis*, *Merismopedia glauca*, *M. punctata*, *Isocystis infusionum*, *Nostoc entophytum*, *Anabæna augstumalis*, *A. Flos-aquæ*, *Microchæte tenera*, *Hapalosiphon fontinalis*, *Stigonema ocellatum*, *Calothrix Weberi*, *Rhipidodendron splendidum*, *Mallomonas caudata*, *Synura Uvella*, *Uroglena Volvox*, *Dinobryon pédiforme*, *Cryptomonas ovata*, *Euglena elongata*, *E. viridis*, *E. oxyuris*, *Phacus longicauda*, *Phacus longicauda torta*, *Trachelomonas volvocina*, *T. hispida*, *Distigma proteus*, *Menoidium pellucidum Heteronema acus*, *Monosiga fusiformis*, *Glenodinium montanum. G. uliginosum*, *Peridinium cinctum*, *P. minusculum*, *P. inconspicuum*, *Ceratium cornutum*, *C. curvirostre*, *Tabellaria flocculosa*, *T. fenestrata*, *Eunotia paludosa*, *E. arcuata*, *E. exigua*, *E. arcus*, *E. lunaris*, *Frustulia saxonica*, *Navicula subtilissima*, *P. interrupta*, *P. linearis*, *Cymbella gracilis*, *Epithemia turgida*, *Nitzschiella acicularis*, *Chamydomonas glœocystiformis*, *C. media*, *Pandorina morum*, *Eudorina elegans Dictyosphærium pulchellum*, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus*

denticulatus, *Kirchneriella lunaris*, *Raphidium fasciculatum*, *R. Braunii*, *Cœlastrum reticulatum*, *C. pulchrum*, *Trochiscia granulata*, *Oocystis solitaria*, *O. Nægelii*, *Eremosphæra viridis*, *Gleocystis gigas*, *G. Nægeliana*, *Coccomyxa dispar*, *Dactylococcus rhaphidioides*, *Tetraedron lunula*, *Characium sessile*, *C. acutum*, *Ophiocytium capitatum*, *O. cochleare*, *O. parvulum*, *Microspora floccosa*, *Conferva bombycina*, *M. stagnorum*, *Binuclearia tatrana*, *Microthamnion Kuetzingianum*, *Œdogonium sociale*, *O. Itzigsohnii*, *O. undulatum*, *Bulbochæte setigera*, *Mesotænium Endlicherianum*, *M. micrococcum*, *Cylindrocystis Brebissonii*, *Penium minutum*, *Netrium Digitus*, *Closterium Jenneri*, *C. moniliferum*, *C. Venus*, *C. Archerianum*, *C. lineatum*, *C. Ulna*, *C. prælongum*, *C. pronum*, *C. decorum*, *Te memorus Brebissonii*, *T. granulatus*, *T. lævis*, *Pleurotænium truncatum*, *P. trabecula*, *Euastrum binale*, *E. erosum*, *E. pulchellum*, *Micrasterias truncata*, *M. denticulata*, *M. apiculata fimbriata*, *Cosmarium palangula*, *C. subtumidum Klebsii*, *C. tenue*, *C. subcucumis*, *C. pygmæum*, *C. connatum*, *C. pseudamœnum*, *C. tetraophthalmum*, *C. præmorsum*, *C. subochthodes*, *C. polygonum*, *Arthrodesmus Incus*, *A. octocornis*, *A. trispinatus*, *Staurastrum muricatiforme*, *S. muricatum*, *S. papillosum*, *S. teliferum*, *S. oxyacanthum*, *S. polymorphum*, *S. subcruciatum*, *S. paradoxum*, *S. margaritaceum*, *Hyalotheca dissiliens*, *H. mucosa*, *Gymnozyga moniliformis*, *Didymoprium Grevillei*, *Spondylosium secedens*, *S. pulchellum*, *Mougeotia lætevirens*, *M. parvula*.

Mlle J. Woloszynska, dans ses études sur les Algues de Pologne (*239* à *241*), a eu l'occasion de citer divers groupements de tourbière qui se rattachent à celui qui est étudié ici. En résumé, la comparaison des quelques types rapportés plus haut, démontre qu'en des conditions analogues existe une même association synthétique se révélant par des différences locales plus ou moins intenses et que permettront de préciser définitivement, plus tard, des comparaisons de relevés et non de groupements d'importance diverse.

D'une manière générale, notre association type peut se retrouver dans toutes les tourbières à Sphaignes de l'Europe (climats atlantique et continental). On la rechercherait vaine-

ment dans la région méditerranéenne, où ces tourbières n'existent pas en plaine (Cf. *182*, *215*). Au fur et à mesure que l'on s'élève en altitude et en latitude et jusqu'à une certaine limite, on rencontre un nombre plus élevé d'espèces montagnardes ou montagnardes-boréales, qui peuvent s'accommoder de conditions vitales plus rigoureuses (Cf. *4*, *5*, *211*, etc.). La présence en basse altitude de quelques-unes de ces espèces peut s'expliquer par une variation du climat (1) (influence des époques glaciaires). C'est au même facteur que l'on peut rapporter généralement la présence, en des groupements connexes, de certaines plantes supérieures à affinités boréales et même de certains animaux.

b. — *Héléoplancton à Protococcales et Desmidiacées.*

Dans la partie libre des mares de Fontainebleau, on peut observer une flore spéciale, voisine de celle que nous venons de décrire, mais qui, cependant, présente une personnalité distincte. En principe, toutes les espèces de l'association à *Micrasterias truncata* et *Frustulia saxonica* peuvent figurer dans l'héléoplancton. Attirées par leur photo ou aérotactisme propre dans la partie libre des eaux, ou simplement poussées par le vent, les espèces qui vivent dans la ceinture marginale des mares, au milieu des Sphaignes, peuvent se trouver mêlées aux espèces plus spécialement pélagiques. Et c'est précisément ce mélange qui est une des caractéristiques de l'héléoplancton de Fontainebleau : « facies pélagique » ou non, de l'association précédente, ce groupement apparaît comme ayant une valeur sociologique moindre.

On peut distinguer dans l'héléoplancton bellifontain :

1° Les espèces non trouvées dans les Sphaignes, spéciales au plancton. Ce sont :

Anabæna laxa A. Br.
— *oscillarioides* Bory.
Aulosira laxa Kirchn.
Ceratium cornutum (Ehr.) Clap. et Lachm.
Ceratium hirundinella O. F. M.
Selenastrum Bibraianum Reinsch.
Tetrallantos Lagerheimi Teil.
Ankistrodesmus spiralis (Turn.) Lem.
Sphærocystis Schrœteri Chod.

(1) Quand on a discuté et écarté les facteurs actuels de dispersion.

Crucigenia Tetrapedia (Kirch.) W. et G. S. West.
Pediastrum duplex Meyen.
Staurastrum Bieneanum Rab.
Onychonema filiforme (Ehrenb.) R. et Bis.
Botryococcus Braunii Kuetz.
Tabellaria fenestrata Kuetz.

2° Les espèces préférentes, plus abondantes dans l'héléoplancton que dans les Sphaignes :

Microcystis æruginosa Kuetz., *Cœlosphærium Kuetzingianum* Næg., *Mallomonas acaroides* Perty, *Phacus pyrum* (Ehrenb.) Stein, *P. suecia* Lemm, les *Trachelomonas* (Voir p. 130 et seq.), les *Dinobryon* (*id.*), les *Chlamydomonas* (*id.*), les *Volvox* (*id.*), les *Eudorina* (*id.*), les *Pandorina* (*id.*), *Apiocystis Brauniana* Næg., *Pediastrum angulosum* (Ehrenb.) Menegh., *araneosum* Racib., *P. Boryanum* (Turp.) Menegh et var., *Dictyosphærium Ehrenbergianum* Næg., les *Oocystis* (Voir p. 137, 138), les *Tetraedron* (*id.*), les *Scenedesmus* (*id.*), les *Selenastrum* (*id.*), *Closterium setaceum* Ehrenb., *Arthrodesmus* sp. plur., *Xanthidium* sp. plur., *S. furcigerum* Bréb., les Desmidiées filamenteuses, les *Ophiocytium*. Nombre de ces espèces sont considérées comme plus abondantes dans le plancton des lacs anglais que dans les autres types de stations (*239*).

En ce qui concerne les divers groupes systématiques qui constituent l'héléoplancton étudié, on constate qu'ils ne présentent pas exactement la même répartition que dans l'association à *Micrasterias truncata-Frustulia saxonica*.

Les Myxophycées ne sont guère représentées, d'une manière fréquente, que par *Microcystis æruginosa*. On ne rencontre ni *Chroococcus limneticus*, ni *Lyngbia limnetica*, ni *Aphanizomenon*, ni *Anabæna* circinés, organismes plus spécialisés des masses d'eau plus considérables. Le *Cœlosphærium Kuetzingianum*, abondant dans les eaux contaminées, tolère les eaux pures de la mare à Piat ou d'Épisy.

Parmi les Flagellés (sens. lat.), il faut noter l'abondance des *Dinobryon*, *Mallomonas acaroides*, *Peridinium bipes*, *P. cinctum*, tous organismes que l'on rencontre dans les lacs et en particulier les lacs d'eau pure. Le *Ceratium hirundinella* n'est qu'un hôte fugace (Voir p. 133), *C. cornutum* un hôte localisé (Voir p. 133).

En ce qui concerne les Diatomées, caractère mal tranché, mais, absence de types eulimnétiques : *Fragilaria*, *Cyclotella*, *Asterionella*, *Tabellaria fenestrata asterionelloides*, *Atteya*, *Rhizosolenia*.

Le grand développement que prennent les Protococcales, généralement associées avec une eau peu profonde, très aérée (*115*), est un des caractères essentiels de l'héléoplancton (abondance des *Pediastrum*, *Cœlastrum*, *Crucigenia*, *Oocystis*, *Tetraedron*, *Scenedesmus*). A noter, cependant, l'absence de certaines Chlorophycées euplanctoniques telles que *Golenkinia*, *Richteriella*, *Phytelios*, *Acanthosphæra*, *Bohlinia*, *Lagerheimia*, *Chodatella*, *Franceia*, *Acanthosphæridium*. Les *Botryococcus Braunii* et *Sphærocystis Schrœteri* sont des euplanctontes lacustres pouvant s'accommoder du milieu réalisé dans les mares, et où elles sont toujours peu abondantes.

Enfin, il faut souligner l'importance des Desmidiacées dans l'Héléoplancton. A défaut des grandes formes limnétiques rencontrées dans l'ouest de l'Europe [Angleterre (*231*), ouest de la France (*6*)], du moins trouve-t-on, en abondance, des *Staurastrum*, *Arthrodesmus*, *Xanthidium*, *Sphærozosma*, *Hyalotheca*, *Desmidium*, *Bambusina*.

En résumé, au point de vue positif : prédominance des Protococcales et Desmidiacées, au point de vue négatif et en réservant diverses exceptions ci-avant énumérées, absence d'un bon nombre de genres et espèces de Myxophycées et Diatomées notamment, qui habitent la région pélagique des lacs.

Malgré ses limites assez élastiques, l'héléoplancton se retrouve, çà et là, sous des types comparables à celui qui est décrit ici (*26*, *113*, *114*, *201*, *206*, *207*, *244*, *245*). Par ses espèces lacustres, l'héléoplancton bellifontain s'écarte de celui des « Blanken », grandes mares de hautes tourbières de l'Allemagne du Nord (*207*). Ce dernier serait plus comparable à la flore à Protococcales et Flagellés reconnue par G. Deflandre dans les fossés de tourbage (*56*). Le « Pond-Plankton », que distingue C. Wesenberg Lund dans la « région » pélagique, en miniature, des mares, se rapproche aussi, floristiquement, de l'héléoplancton (*228*).

Il faut ajouter que, dans le plancton, tiennent place de nombreux organismes animaux qui mériteraient une étude d'ensemble : Rhizopodes (*Arcella*, *Euglypha*, *Difflugia*, *Charchesium*, etc.), Héliozoaires, Rotifères (*Anurea*, *Triarthra*, etc.), Crustacés (*Cyclops*, *Diaptomus*, *Daphnia*, *Bosmina*, *Branchipus*, *Cypris*, *Nauphii* plur., etc.), larves d'Insectes.

Plusieurs organismes vivent fixés sur des phyto ou zooplanctontes : *Characium Hookeri* sur *Cyclops*, *Dinobryon marchicum* sur *Mougeotia* fragmentés, *Codonosiga Botrytis* sur le même substratum, *Stipitococcus urceolatus* sur *Sphærozosma*, *Stipitococcus Lauterbornii* sur *Hyalotheca mucosa*.

Enfin, dans la partie profonde des mares et, en particulier, lorsque les eaux sont hautes, on voit s'épanouir une végétation d'Ulothricales, Zygnemales et Œdogoniales filamenteuses, parmi lesquelles citons :

Draparnaldia glomerata.
Hormidium subtile.
Microspora amœna.
— *floccosa.*
Microthamnium strictissimum.
Ulothrix moniliformis.
— *tenerrima.*
Mougeotia elegantula.
— *nummuloides.*
— *quadrangulata.*
— *scalaris.*
Zygnema chalybeospermum.
— *ericetorum.*
— *leiospermum.*
— *pectinatum.*
— *Ralfsii.*
Spirogyra gallica.
— *inflata.*
Spirogyra majuscula.
— *maxima.*
— *mirabilis.*
— *nitida.*
— *punctata.*
— *quadrata.*
— *tenuissima.*
Œdogonium Areschougii.
— *Braunii.*
— *capitellatum.*
— *Cymatosporum.*
— *punctatostriatum.*
— *Rothii.*
— *suecicum.*
Bulbochæte obliqua.
— *varians.*
— *mirabilis.*
— *insignis.*

Sur les tiges ou les feuilles des Phanérogames aquatiques se trouvent fixés : *Aphanochæte repens*, *Chætophora elegans*, *Coleochæte scutata.*

Il est à remarquer que les *Siphonales* et Siphonocladiales, qui se rencontrent, de préférence, dans les eaux vives et aérées, manquent ici.

B. — Périodicité et aspects saisonniers du complexe.

La connaissance synthétique des groupements, acquise précédemment, résulte des prélèvements effectués aux divers moments de l'année, mais il s'en faut qu'à tous ces moments les groupements se présentent avec leur population complète. On sait que les diverses stations aquatiques présentent des fluctuations saisonnières qui influent sur les pulsations propres de leur flore. Le fait est bien connu pour les lacs ou les étangs, dont le plancton varie beaucoup suivant les saisons ; il a été moins étudié dans les tourbières ou les petites mares d'eau de caractère instable, où, pourtant, il se révèle avec la même évidence. Les divers aspects de toute végétation algale résultent de l'interférence de facteurs très différents. Tels sont : la composition floristique de la population, l'abondance spécifique relative et absolue, le type morphologique et la prospérité des constituants. Il est évident que plus les observations sont fréquentes et moins on risque de laisser passer, inobservée, une phase importante du cortège qui se déroule.

Mes observations, poursuivies presque chaque mois pendant quatre ans, m'ont permis d'établir la répartition saisonnière de la population d'Algues de quatre mares. Il y a lieu, à mon avis, d'envisager séparément : la périodicité des divers groupes systématiques, les aspects saisonniers de la population algale, l'interférence saisonnière des groupements et enfin, inductivement, autant que la chose sera possible, d'expliquer toutes ces variations saisonnières.

a. — *Périodicité des divers groupes systématiques.*

Myxophycées. — Le plus grand développement des Myxophycées se fait entre mai et septembre. On n'observe jamais, en été, la prolifération exclusive, ou presque, d'une espèce (fleur d'eau), comme cela a lieu dans les eaux riches des lacs, étangs ou rivières, au cours lent. D'ailleurs, les Myxophycées ne prédominent jamais dans les mares. D'occurrence irrégulière, selon M. Delf (*57*), les Algues bleues sont pérennantes

[Cf. Transeau (*220*)]. Leur maximum a lieu en été dans les étangs (*112*) et dans les lacs (*9*, *232*, *235*). Le *Cœlosphærium Kuetzingianum*, organisme pérennant dans les lacs, avec minimum fin hiver-printemps, conserve ce rythme dans les petites mares bellifontaines.

Flagellés. — A Fontainebleau, la plupart des Flagellés apparaissent pendant la belle saison. Beaucoup présentent un double maximum : mars-avril et octobre-novembre, ce dernier étant peu intense (*Mallomonas*, *Synura Uvella*, *Trachelomonas*). Par contre, dans la mare aux Pigeons comme dans le Greifensee (*118*), on observe nettement ce double maximum pour les *Dinobryon* (Cf. aussi *91*, *206*, *207*).

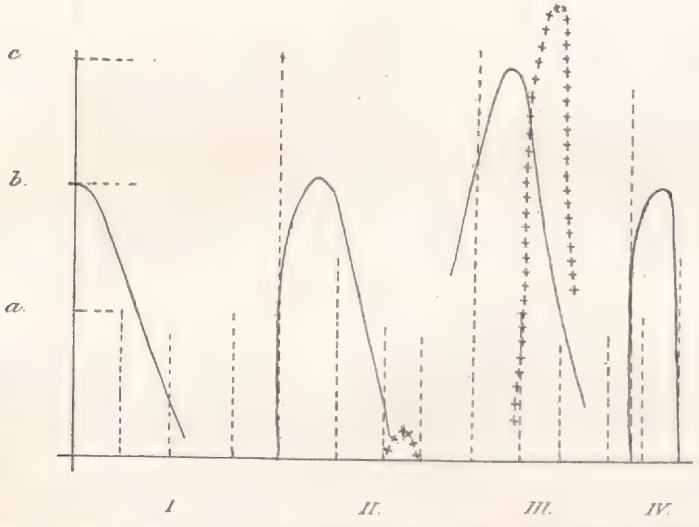


Fig. 10. — Variations saisonnières d'abondance individuelle de quelques Péridiniens, dans la mare à Piat : —— *Peridinium bipes*, + + + *Ceratium hirundinella*, I : 1919, II : 1920, III : 1921, IV : 1922 ; chaque année est divisée en saisons et proportionnellement à la fréquence des prises ; *a*, *b*, *c* : degrés d'abondance.

Péridiniens. — Le maximum varie avec les espèces et les stations. Le *Peridinium cinctum* n'a pas de maximum net ; selon O. Guyer, il est estival (*118*). Le *Peridinium bipes*, organisme hivernal-vernal, est considéré comme indifférent par J. Virieux (*224*). En 1920, le *Peridinium umbonatum* montra un double maximum dans la mare aux Fées.

De nombreux travaux ont montré que le *Ceratium hirundi-*

nella a son maximum de juillet à septembre dans les lacs (*9*). Cette espèce est apparue brusquement, à deux reprises différentes, dans l'héléoplancton de la mare à Piat. En juillet 1920, elle s'y montrait très clairsemée, mais, en mai 1921, au moment des basses eaux, elle y proliféra abondamment. Je ne l'ai plus revue en 1922. Le *Ceratium cornutum*, hivernal dans le lac d'Annecy (*137*), se rencontre toute l'année dans la mare d'Épisy, avec des morphoses saisonnières. En hiver ou au printemps, ce Péridinien possède zéro ou une corne antapicale, en été, deux. Ces morphoses paraissent avoir été assez rarement observées [E. Lemmermann (*in 9*), J. Woloszynska (*237*)].

Diatomées. — Organismes pérennants et peu abondants dans le plancton des mares, les Diatomées sont plus abondantes dans les *Sphagnum* marginaux, où elles présentent un maximum en été. Je n'ai pu me rendre compte si, comme le prétend W. H. Pearsall (*171*), la périodicité des Diatomées est fonction de l'apport de diverses substances (nitrates, silice, oxygène) par les eaux météoriques ou telluriques.

Chlorophycées. Volvocales. — On peut rencontrer les Volvocales toute l'année, sauf en hiver, et elles abondent surtout lorsque les eaux viennent d'être aérées par la pluie. Ce sont des organismes fugaces, des « éphémères » (*220*, *221*).

Protococcales. — Aussi éphémères sont les Protococcales, mais leur maximum est net, fin été, coïncidant avec le maximum de la température. Cette observation est conforme à celles de M. Griffiths (*112*), W. J. Hodgetts (*125*), F. E. Fritsch (*91*), etc.

Ulothricales. — Leur cycle de développement correspond à celui des Conjuguées filamenteuses : premiers développements en hiver, puis, intense développement vernal lorsque la température moyenne atteint environ 10°. Ce sont, suivant la nomenclature de Transeau (*221*), des « annuels-vernaux ». Le grand développement des Ulothricales au printemps a déjà été souligné par M. Delf (*57*), F. E. Fritsch et F. Rich (*91*), J. Comère (*40*, *41*), etc.

Œdogoniales. — Le développement des Œdogoniales est différent d'espèce à espèce : *Œdogonium Braunii* est vernal,

Œ. Itzigshonii vernal-estival, *Bulbochæte insignis* et *B. obliqua* automnaux.

Zygnemacées. — Prises dans l'ensemble, les Conjuguées filamenteuses ont leur maximum d'abondance au printemps (avril), lorsque la température est supérieure à 12°. Le commencement du développement a lieu à la fin de l'hiver et la fructification, au printemps. Quelquefois, en automne,

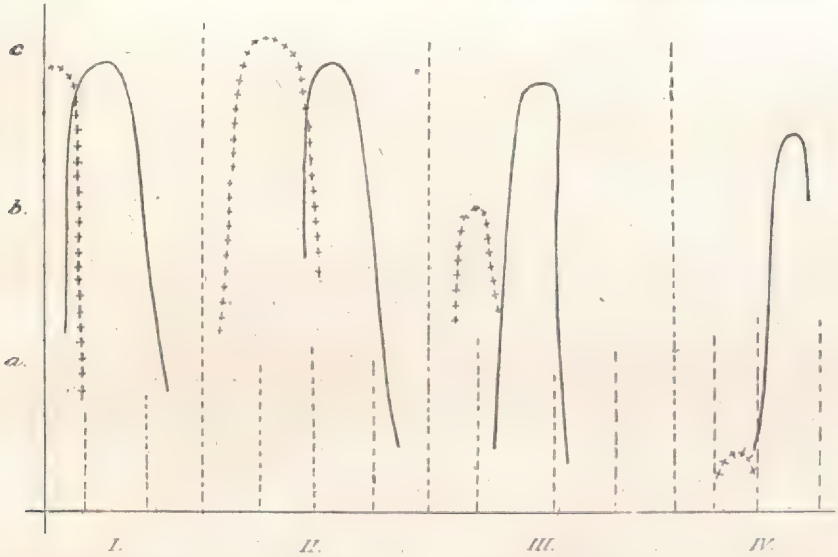


Fig. 11. — Maxima successifs des *Ulothrichales* + + + et des *Desmidiacées* —— à la mare aux Couleuvreux. I : 1919 ; II : 1920 ; III : 1921 ; IV : 1922 ; chaque année est divisée en saisons et proportionnellement à la fréquence des prises ; *a*, *b*, *c* : degrés d'abondance.

se reproduit un second développement (mare à Piat, 1922); mais, cette nouvelle activité est entravée par suite de l'abaissement des eaux. Le maximum en avril, avec seconde activité automnale occasionnelle, a déjà été noté par F. E. Fritsch et F. Rich (*89*, *90*), M. Delf (*57*), W. J. Hodgetts (*125*).

Desmidiacées. — Les Desmidiacées sont surtout abondantes pendant les mois les plus chauds de l'année (température moyenne supérieure à 12°). Leur développement s'effectue à la fin du printemps, dès la cessation des gelées, puis s'amplifie avec l'élévation de la température, pour s'atténuer et cesser brusquement lors de la réapparition des gelées autom-

nales. Le maximum des Desmidiacées a lieu en septembre, après le maximum thermique, dans les lacs anglais (*232*), en juin-juillet, après le développement des Zygnemales dans le Barton's Pond (*91*), à la fin de l'été dans les tourbières (*206*, *207*).

b. — *Aspects saisonniers.*

On peut exprimer les divers aspects saisonniers en les rapportant soit à l'espèce ou au groupe prédominant, soit à chaque saison. Chaque manière est également imparfaite : les saisons ne sont ni partout, ni tous les ans comparables, et les mêmes espèces ne prédominent pas en même temps partout.

J. Comère distingue cinq périodes, pendant lesquelles se fait le développement de la flore algale, dans le pays toulousain [première et deuxième périodes vernales, périodes estivale, automnale, hyémale (*40*, *41*)]. F. E. Fritsch et F. Rich (*91*, *224*) et nombre d'auteurs ne reconnaissent que quatre phases, qui correspondent sensiblement aux quatre saisons.

A Fontainebleau, bien que les variations ne soient pas exactement superposables de mare à mare, elles sont suffisamment comparables à chaque saison pour que l'on puisse, en éliminant, pour le moment, les détails, dégager quelques lignes essentielles.

1° *Période hivernale ou du zooplancton.* — Les premières gelées, l'abaissement thermique et les pluies automnales marquent le début de cette période qui va de novembre à février. Le nombre des Algues et la densité des individus y sont très faibles par rapport à la masse aquatique. C'est l'époque du zooplancton et des Péridiniens.

Pendant l'hiver, toutes les mares gèlent, au moins superficiellement. La glace constitue un écran protecteur de l'évaporation et de l'abaissement thermique, sous lequel toute vie n'est pas suspendue. Le zooplancton, en particulier, est abondant sous la glace.

La solidification de l'eau ne détruit pas les Algues qui se

trouvent prises. L'eau de fonte de glace, provenant de la mare à Piat notamment, m'a donné des Diatomées très vivantes et nullement déformées.

La vie des Algues inférieures ne semble pas interrompue par le gel. P. Petit déclare avoir vu un *Hydrodictyon* pris dans la glace sans dommage (*176*). Le processus de ce phénomène est encore mal expliqué. Mieux connue est l'influence du gel sur les Algues filamenteuses. Tout se passe comme si les cellules gelées se desséchaient (*153*). Le départ de l'eau vacuolaire et micellaire cause une plasmolyse qui est fatale à l'Algue. Ce phénomène se produit fréquemment au printemps, sous l'influence des gelées tardives.

2° *Période vernale ou des Chlorophycées filamenteuses.* — Cette période brève va de février à fin avril. Elle se caractérise par la montée de la température avec, pourtant, des gelées nocturnes et par la hauteur maximum des eaux.

C'est l'époque du départ de la végétation et surtout de l'abondante prolifération végétative des Chlorophycées filamenteuses.

3° *Période estivale ou des Desmidiées et Protococcales.* — Elle débute avec la cessation des gelées et coïncide avec l'élévation maxima de la température et l'abaissement minima de la masse aquatique. Pendant cette période, qui va de mai à la fin septembre, les Desmidiées et Protococcales prédominent largement (1). C'est avec l'abaissement maximum des eaux que coïncide la plus intense multiplication spécifique et individuelle. Tout se passe comme si les Algues étaient placées dans un milieu de culture optimal favorisant une nutrition intense et une forte hyperplasie.

Pour W. et G. S. West (*230*, *232*), le facteur le plus important pour la constitution qualitative et quantitative du plancton, c'est la forte teneur des eaux en sels dissous. Ce facteur n'est pas le seul à agir. La stagnation pure et simple, sans apports de sels, favorise la multiplication biologique. Il s'agit alors, vraisemblablement, d'un enrichissement en

(1) Opinion contraire de R. Mirande (*156*) basée sur une seule observation.

substances organiques sous l'influence de processus d'ordre bactérien encore obscurs.

Pour s'exprimer autrement : l'association à *Micrasterias truncata* et *Frustulia saxonica* a sa prospérité maximum en été, dans la ceinture marginale des Sphaignes ; l'héléoplancton à Protococcales et Desmidiées s'épanouit pendant la même saison, à condition qu'il reste encore de l'eau dans les mares ; la montée des Chlorophycées filamenteuses précède,

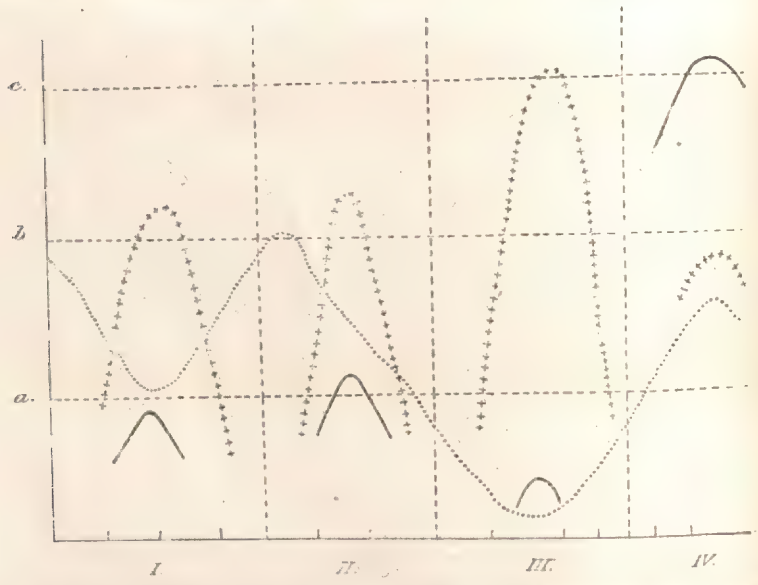


Fig. 12. — Variations saisonnières d'abondance globale des Protococcales + + + + et des Desmidiacées — dans le plancton de la mare à Piat. I : 1919 ; II : 1920 ; III : 1921 ; IV : 1922 ; chaque année est divisée en saisons ; *a*, *b*, *c*, degrés d'abondance. Le pointillé..... indique les variations du niveau de l'eau. (Voir p. 97).

au printemps, le développement intensif des deux groupements précités.

Le rythme saisonnier que j'ai esquissé dans les pages précédentes se répète, fondamentalement, tous les ans. Il suit cependant, d'une manière très fidèle, les variations hydrothermiques propres de chaque année. Le fait est particulièrement net au cours des années qui s'écartent notablement des circonstances moyennes. Ainsi l'année 1921 fut caractérisée par des précipitations très faibles annoncées par l'extrême séche-

resse (1) de la fin de l'année précédente. D'après les observations météorologiques de l'École normale de Melun, il est tombé 491mm,5 de pluie en 1920, 287mm,9 seulement en 1921, 803mm,6 en 1922. Ces quelques chiffres montrent quel a pu être le déficit des mares, qui ne s'alimentent que par l'eau de pluie.

En 1921, de bonne heure, dès l'hiver, le niveau des mares s'abaissa, et elles s'asséchèrent complètement à quelques exceptions près.

Ce déséquilibre profond du rythme normal eut des conséquences biologiques importantes (2) : avancement, au printemps, de la phase, normalement estivale, des Desmidiées, prolifération précoce des Desmidiées, Protococcales et Cyanophycées sous l'influence de la stagnation; enfin, contrecoup perturbateur sur la végétation de l'année suivante. En 1922, on put enregistrer une importante régression des Protococcales, le changement de la proportion réciproque des Desmidiées et Protococcales et, d'une manière générale, une diminution considérable de l'abondance spécifique. A une forte période de surproduction favorisée par la stagnation, succède une période de disette.

RÉPARTITION SAISONNIÈRE DES ORGANISMES OBSERVÉS DANS QUATRE MARES

TABLEAU I. — **MARE AUX FÉES.**

Myxophyceæ.

Chroococcus turgidus, **1919**, 25-IV (3).
Microcystis æruginosa **1918**, 23-X ; **1919**, 24-VI ; **1921**, 15-V.
Merismopedia glauca, **1920**, 13-V ; **1921**, 15-V.
Schizothrix Mulleri, **1920**, 28-VII.
Nostoc commune, **1919**, 24-VI ; **1920**, 31-III, 31-V ; **1922**, 10-VI.

(1) 9 millimètres d'eau en décembre 1920, 37mm,2 en décembre 1921, 86mm,4 en décembre 1922 (renseignement fourni par le météorologiste de l'École normale de Melun).

(2) On a observé çà et là, en France, une surproduction végétative d'Algues et des « fleurs » d'eau nombreuses : *Anabæna spiroïdes* sur la Mayenne et le Cher! *(60)*, *Anabæna Viguieri* dans l'étang du Huelgoat (Finistère)!, surproduction planctonique dans la Seine (renseignement de M. P. Allorge).

(3) Le 25 du 4e mois (date du prélèvement).

Anabæna laxa, **1919**, 25-IV ; **1920**, 31-III, 25-IV, 31-V ; **1921**, 15-V.
— *oscillarioides*, **1919**, 27-V.
Tolypothrix lanata, **1919**, 25-IV ; **1922**, 10-VI.
Hapalosiphon fontinalis, **1920**, 28-VII, 17-X ; **1922**, 10-VI.

Flagellatæ.

Rhipidodendron Huxlei, **1920**, 25-IV, 28-VII.
Synura Uvella, **1919**, 18-III.
Dinobryon sociale, **1919**, 25-II ; **1921**, 23-VII.
— *Tabellariæ*, **1919**, 25-IV.
Chrysostephanosphæra globulifera, **1919**, 25-IV ; **1920**, 31-III.
Lepocinclis Steinii, **1921**, 15-V, 23-VII.
Phacus longicauda torta, **1918**, 23-X ; **1919**, 24-VI ; **1920**, 28-VII ; **1921**, 23-VII.
— *Pleuronectes*, **1918**, 23-X ; **1919**, 1-X ; **1920**, 28-VII ; **1921**, 23-VII.
Trachelomonas euchlora, **1921**, 23-VII.
— *volvocina*, **1919**, 18-III ; **1921**, 23-VII.

Dinoflagellatæ.

Peridinium bipes, **1918**, 23-X ; **1919**, 18-III ; **1920**, 1-II, 31-III, 28-VII ; **1922**, 10-VI.
— *cinctum*, **1918**, 23-X ; **1919**, 25-II ; **1920**, 31-III, 25-IV, 28-VII, 17-X ; **1921**, 15-V.
— *lævе*, **1918**, 23-X.
— *umbonatum*, **1918**, 23-X ; **1920**, 1-II, 25-IV, 28-VII.
Ceratium cornutum, **1920**, 31-III.

Diatomaceæ.

Tabellaria fenestrata, **1919**, 25-IV ; **1920**, 17-X.
Synedra delicatissima, **1919**, 18-III, 25-IV, 24-VI.
Navicula radiosa, **1918**, 23-X ; **1919**, 24-VI ; **1920**, 25-IV, 28-VII, 17-X.
Pinnularia major, **1919**, 18-III, 25-IV ; **1921**, 15-V.
— *viridis*, **1919**, 18-III, 25-IV.
— *subcapitata*, **1919**, 18-III, 25-IV.
Gomphonema acuminatum coronatum, **1918**, 23-X ; **1919**, 24-VI ; **1920**, 25-IV, 28-VII, 17-X ; **1921**, 15-V.
Cymbella maculata, **1919**, 24-VI.
Epithemia zebra, **1919**, 24-VI.

Chlorophyceæ.

Isocontæ.

Volvox aureus, **1918**, 23-X ; **1919**, 25-II, 25-IV, 24-VI ; **1920**, 31-III, 25-IV, 31-V ; **1921**, 15-V, 23-VII ; **1922**, 10-VI.
Pandorina Morum, **1919**, 25-IV, 24-VI ; **1920**, 25-IV, 31-V, 26-VII ; **1921**, 23-VII ; **1922**, 10-VI.
Eudorina elegans, **1919**, 25-II, 25-IV, 27-V ; **1920**, 1-II, 31-III, 25-IV, 31-V ; **1921**, 25-VII.
Asterococcus superbus, **1919**, 24-VI ; **1922**, 10-VI.

Gleocystis ampla, **1920**, 31-III, 25-IV, 31-V ; **1921**, 15-V.
Apiocystis Brauniana, **1919**, 18-III ; **1920**, 31-V ; **1921**, 15-V.

Protococcales.

Actidesmium Hookeri, **1919**, 18-III.
Pediastrum angulosum araneosum, **1918**, 23-X ; **1920**, 28-VII, 17-X ; **1921**, 15-V, 23-VII ; **1922**, 2-III.
— *Boryanum typicum*, **1918**, 23-X ; **1919**, 27-V ; **1920**, 31-V, 28-VII, 17-X ; **1921** 23-VII.
— — *rugulosum*, **1918**, 23-X ; **1920**, 25-IV, 28-VII, 17-X ; **1921**, 23-VII.
— — *granulatum*, **1918**, 23-X ; **1919**, 25-IV, 1-X ; **1920**, 31-III,25-IV, 31-V, 28-VII, 17-X ; **1921**, 23-VII.
— *Tetras*, **1918**, 23-X ; **1920**, 3-V, 28-VII, 17-X.
Eremosphæra viridis, **1919**, 25-II, 27-V.
Chlorella vulgaris, **1921**, 15-V.
Oocystis elliptica, **1920**, 31-V ; **1921**, 15-V.
— *Novæ Semliæ*, **1920**, 3-IV.
Tetraedron lobulatum, **1920**, 31-V ; **1921**, 15-V.
Scenedesmus abundans, **1921**, 23-VII.
— *acutus*, **1918**, 23-X ; **1920**, 17-X ; **1921**, 1-II, 15-V, 23-VII.
— *quadricauda setosus*, **1921**, 23-VII.
— — *typica*, **1918**, 23-X ; **1919**, 27-V, 24-VI, 24-VII, 1-X ; **1920**, 25-IV, 28-VII, 17-X ; **1921**, 15-V, 23-VII.
Crucigenia rectangularis, **1919**,27-V ; **1920**, 25-IV, 31-V, 28-VII, 17-X ; **1921**, 15-V.
Kirchneriella lunaris, **1919**, 27-V ; **1921**, 15-V.
Selenastrum gracile, **1920**, 17-X.
Dictyosphærium Ehrenbergianum, **1918**, 23-X ; **1919**, 27-V ; **1920**, 17-X ; **1921**, 23-VII.
Dimorphococcus lunatus, **1919**, 27-V ; **1920**, 28-VII, 17-X.
Ankistrodesmus falcatus, **1918**, 23-X ; **1919**, 25-IV, 24-VI ; **1920**, 25-IV, 31-V ; **1921**, 15-V.
Geminella interrupta, **1919**, 18-III.
Ulothrix variabilis, **1920**, 31-III, 25-IV.
Hormidium subtile, **1918**, 23-X ; **1920**, 31-III.
Stigeoclonium tenue, **1920**, 31-III, 25-IV, 17-X ; **1922**, 2-III.
Microthamnium strictissimum, **1919**, 18-III, 25-IV ; **1920**, 31-III.
Aphanochæte repens, **1920**, 31-III, 31-V, 17-X.
Coleochæte scutata, **1920**, 31-III.

Stephanocontæ.

Œdogonium Braunii, **1920**, 31-III, 25-IV ; **1921**, 15-V ; **1922**, 2-III, 10-VI.
— *Rothii*, **1920**, 31-III.

Acontæ.

Mougeotia scalaris, **1918**, 23-X ; **1919**, 25-II, 25-IV ; **1920**, 31-III, 17-X ; **1921**, 15-V ; **1922**, 10-VI ;

Mougeotia notabilis, **1919**, 1-X ; **1921**, 15-V.
Zygnema pectinatum, **1918**, 23-X ; **1920**, 31-III.
Spirogyra majuscula, **1919**, 24-VI ; **1921**, 15-V.
— *maxima*, **1919**, 24-VI.
— *nitida*, **1919**, 25-IV ; **1921**, 15-V.
— *tenuissima*, **1920**, 31-III ; **1921**, 15-V ; **1922**, 10-VI.

Desmidiaceæ.

Gonatozygon Brebissonii, **1919**, 27-V.
Netrium Digitus, **1920**, 25-IV, 17-X ; **1921**, 15-V.
Closterium acutum, **1920**, 25-IV.
— *Dianæ*, **1919**, 24-VI, 24-VII.
— *didymotocon*, **1919**, 24-VII ; **1920**, 1-II, 17-X.
— *gracile*, **1919**, 27-V, 24-VI ; **1920**, 31-III, 31-V, 28-VII, 17-X ; **1921**, 15-V.
— *Ehrenbergii*, **1921**, 15-V ; **1922**, 10-VI.
— *Jenneri robustum*, **1919**, 27-V.
— *Kützingii*, **1920**, 25-IV.
— *Leibleinii*, **1919**, 27-V ; **1920**, 31-V, 28-VII.
— *subulatum*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 31-V.
— *Venus*, **1919**, 25-IV ; **1920**, 25-IV, 17-V ; **1921**, 15-V.
Pleurotænium Ehrenbergii, **1919**, 27-V, 24-VI, 24-VII ; **1920**, 31-III, 25-IV, 31-V, 28-VII, 17-X ; **1921**, 15-V ; **1922**, 10-VI.
— *coronatum*, **1921**, 15-V.
Tetmemorus granulatus, **1919**, 24-VII ; **1920**, 31-V, 28-VII ; **1921**, 15-V
Euastrum elegans, **1919**, 27-V
Micrasterias Crux Melitensis, **1920**, 3-IV, 17-X ; **1921**, 15-V
— *papillifera*, **1921**, 15-V.
— *rotata*, **1920**, 28-VII ; **1921**, 15-V.
— *truncata*, **1920**, 1-II, 17-X.
Cosmarium amœnum, **1919**, 27-V.
— *Botrytis*, **1918**, 23-X ; **1919**, 25-II, 25-IV.
— *connatum*, **1919**, 24-VII ; **1921**, 15-V.
— *conspersum latum*, **1919**, 24-VI ; **1921**, 15-V.
— *humile*, **1919**, 24-VI.
— *margaritiferum*, **1920**, 31-V.
— *Meneghinii*, **1919**, 27-V.
— *pachydermum*, **1919**, 27-V ; **1920**, 31-V ; **1921**, 15-V
— *plicatum*, **1919**, 18-III.
— *pseudoconnatum*, **1919**, 27-V.
— *quadratum*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 31-III ; **1922**, 15-V.
— *rectangulare*, **1919**, 25-IV.
— *reniforme*, **1919**, 24-VI ; **1921**, 15-V.
— *tetraophthalmum*, **1919**, 25-IV, 24-VI, 24-VII ; **1920**, 25-IV, 31-V, 28-VII, 17-X ; **1921**, 15-V.
Xanthidium fasciculatum, **1919**, 27-V ; **1920**, 31-V.
Arthrodesmus convergens, **1919**, 25-IV, 27-V, 24-VI, 24-VII ; **1920**, 31-V, 28-VII ; **1921**, 15-V.
Staurastrum alternans, **1919**, 27-V, 24-VI ; **1920**, 31-V ; **1921**, 15-V.

Staurastrum dejectum, **1919**, 27-V ; **1920**, 31-V.
— *Dickiei*, **1920**, 31-V ; **1921**, 15-V.
— *furcigerum*, **1922**, 10-VI.
— *lunatum*, **1919**, 24-VI.
— *paradoxum*, **1919**, 27-V.
— *polymorphum*, **1919**, 27-V ; **1920**, 17-X ; **1921**, 15-V.
Sphærozosma excavatum, **1920**, 31-V, 28-VII.
— *vertebratum*, **1920**, 31-V.
Onychonema filiforme, **1919**, 27-V, 24-VI, 24-VII.
Spondylosium papillosum, **1918**, 23-X.
— *pygmeum*, **1918**, 23-X, 27-V.
Hyalotheca dissiliens, **1918**, 23-X, **1919**, 25-IV, 27-V, 24-VI, 24-VII ; **1920**, 31-III, 25-IV, 31-V ; **1922**, 10-VI.
Desmidium Swartzii, **1919**, 24-VI ; **1920**, 31-III, 31-V ; **1922**, 10-VI.
Gymnozyga moniliformis, **1919**, 18-III, 27-V.

Heterocontæ.

Ophicocytium Arbuscula, **1919**, 27-V.
— *majus*, **1920**, 31-III, 25-IV, 31-V ; **1921**, 15-V.

TABLEAU II. — **MARE A PIAT.**

Myxophyceæ.

Cœlosphærium Kuetzingianum, **1919**, 17-III, 23-VI, 26-VII ; **1920**, 30-III, 25-IV, 31-V, 20-VII, 20-IX ; **1921**, 15-V, 18-VI, 18-VII.

Flagellatæ.

Rhipidodendron Huxlei, **1921**, 15-V.
Mallomonas producta, **1921**, 17-IX.
Synura Uvella, **1919**, 17-III.
Dinobryon divergens, **1920**, 18-XI ; **1921**, 23-III, 17-IV.
— *sociale*, **1919**, 24-II.
Chrysostephanosphæra globulifera, **1920**, 1-II.
Euglena acutissima, **1919**, 7-I, 24-II, 17-III ; **1920**, 2-I, 18-XI.
Phacus longicauda torta, **1918**, 25-X ; **1919**, 26-VII.
— *pyrum*, **1919**, 24-II, 17-III, 26-VII ; **1920**, 31-V, 18-XI ; **1921**, 18-VI, 17-IX.
— *Pleuronectes*, **1919**, 17-III, 23-VI, 26-VII ; **1920**, 28-VII, 20-IX, 17-X ; **1921**, 18-VI, 18-VII, 17-IX ; **1922**, 15-VII.
Phacus suecica, **1919**, 23-VI, 26-VII.
Trachelomonas pulcherrima, **1920**, 1-II, 25-IV ; **1921**, 20-II, 17-IX.
— *rugulosa*, **1921**, 20-II.
— *volvocina*, **1920**, 25-IV ; **1921**, 20-II, 17-IX ; **1922**, 10-IX.

Dinoflagellatæ.

Peridinium bipes, **1918**, 25-X ; **1919**, 24-II, 17-III, 17-IV, 26-V, 23-VI, 30-IX ; **1920**, 2-I, 1-II, 30-III, 25-IV, 31-V, 17-X, 18-XI ; **1921**, 20-II, 23-III, 17-IV, 18-VI ; **1922**, 2-III, 10-IV.

Peridinium pusillum, **1919**, 24-II, 17-III, 17-IV, 26-V ; **1920**, 2-I, 1-II, 30-III, 25-IV, 28-VII, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 20-II.
Ceratium hirundinella, **1920**, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 17-IV, 18-VI, 18-VII.

Diatomaceæ.

Tabellaria fenestrata, **1919**, 17-IV ; **1920**, 1-II, 30-III, 31-V.
— *flocculosa*, **1919**, 17-IV ; **1920**, 1-II, 30-III, 25-IV.
Stauroneis anceps, **1919**, 23-VI ; **1920**, 25-IV, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 20-II, 15-V, 18-VI, 31-XII.
Pinnularia major lacustris, **1918**, 25-X ; **1919**, 7-I, 23-VI, 23-VIII, 21-X ; **1920**, 1-II, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 20-II, 17-IV, 31-XII.
— *subcapitata*, **1919**, 23-VIII, 30-IX ; **1920**, 20-IX ; **1921**, 31-XII.
— *viridis*, **1920**, 18-XI ; **1921**, 15-V, 31-XII ; **1922**, 18-X.

Chlorophyceæ.

Isocontæ.

Volvox minor, **1920**, 10-VI, 15-VII.
— *acutus*, **1919**, 26-VII, 25-IV, 31-V, 28-VII, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 20-II, 18-VI, 18-VII, 17-IX ; **1922**, 15-VII.
Chlamydomonas Ehrenbergii, **1921**, 17-IX.
Pandorina Morum, **1918**, 25-X ; **1919**, 24-II, 30-IX ; **1920**, 25-IV, 31-V ; **1921**, 15-V ; **1922**, 10-VI, 15-VII.
Eudorina elegans, **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.
Asterococcus superbus, **1922**, 15-VII.
Gleocystis ampla, **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.

Protococcales.

Pediastrum Boryanum typicum, **1920**, 31-V ; **1922**, 15-VII, 10-IX.
— — *rugulosum*, **1920**, 28-VII.
— *duplex clathratum*, **1920**, 25-IV ; **1921**, 20-II, 18-VII ; **1922**, 15-VII, 10-IX.
— *Tetras*, **1919**, 26-VII ; **1920**, 31-V.
Chlorella vulgaris, **1919**, 26-VII ; **1921**, 20-II.
Nephrocytium closterioides, **1919**, 26-VII ; **1920**, 3-IV ; **1921**, 18-VI ; **1922**, 15-VII, 10-IX, 18-X.
Tetraedron caudatum, **1920**, 25-IV ; **1921**, 20-II.
— *gracile*, **1918**, 25-X ; **1919**, 23-VI, 26-VII ; **1920**, 31-V ; **1921**, 17-IV, 18-VI.
— *lobulatum*, **1919**, 26-VII.
— *minimum*, **1918**, 25-X ; **1919**, 26-VII ; **1920**, 31-V ; **1921**, 18-VII.
— *regulare*, **1920**, 28-VII.
— *trigonum*, **1919**, 26-VII ; **1921**, 18-VII.
— *tumidulum*, **1921**, 18-VII ; **1922**, 15-VII.
Scenedesmus abundans, **1920**, 25-IV.
— *insignis*, **1921**, 15-V ; **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.
— *obliqua*, **1922**, 15-VII, 10-IX, 18-X.
— *bijugatus*, **1919**, 26-VII ; **1921**, 18-VI, 18-VII, 17-IX.
— *quadricauda*, **1919**, 7-I, 17-III, 26-VII ; **1920**, 1-II, 25-IV, 31-V, 28-

II, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 20-II, 18-VII, 17-IX ; **1922**, 15-VII.
Crucigenia Tetrapedia, **1919**, 26-VII ; **1921**, 18-VII.
Kirchneriella lunaris, **1919**, 26-VII ; **1920**, 31-V, 28-VII ; **1921**, 18-VII, 17-IX.
Tetrallantos Lagerheimi, **1919**, 23-VI, 26-VII ; **1920**, 31-V, 28-VII ; **1921**, 18-VI, 18-VII, 17-IX ; **1922**, 18-X.
Dictyosphærium Ehrenbergianum, **1919**, 26-VII, 30-IX ; **1920**, 2-I, 25-IV, 31-V, 28-VII ; **1921**, 18-VI, 18-VII ; **1922**, 10-IX.
Ankistrodesmus falcatus, **1919**, 7-I, 23-VI, 26-VII ; **1920**, 25-IV, 31-V, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 18-VI, 18-VII, 17-IX ; **1922**, 15-VII, 10-IX.
Microthamnium strictissimum, **1920**, 31-V.
Aphanochæte repens, **1922**, 15-VII.
Coleochæte scutata, **1922**, 15-VII.

Stephanocontæ.

Œdogonium cymatosporum, **1922**, 10-VI, 10-IX, 18-X.
Bulbochæte varians, **1921**, 17-IV, 15-V ; **1922**, 10-VI, 10-IX, 18-X.

Acontæ.

Mougeotia elegantula, **1921**, 20-II, 23-III, 17-IV ; **1922**, 10-IV, 18-X.
Spirogyra majuscula, **1921**, 20-II, 23-III, 17-IV ; **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.

Desmidiaceæ.

Gonatozygon Brebissonii, **1922**, 15-VII.
Netrium Digitus, **1921**, 15-V ; **1922**, 15-VII.
Closterium rostratum, **1921**, 15-V ; **1922**, 10-VI, 15-VII.
Tetmemorus granulatus, **1921**, 18-VII ; **1922**, 15-VII.
Cosmarium amænum, **1920**, 17-X ; **1922**, 15-VII, 10-IX, 18-X.
— *pygmæum*, **1922**, 15-VII, 10-IX, 18-X.
— *Quadrum*, **1922**, 18-X.
— *subcrenatum*, **1920**, 25-IV ; **1921**, 15-V ; **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.
Xanthidium antilopæum, **1922**, 10-IX, 18-X.
Arthrodesmus convergens, **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.
— *Incus*, **1920**, 25-IV, 31-V ; **1921**, 17-IV, 15-V.
— *octocornis*, **1920**, 25-IV.
— *triangularis*, **1919**, 23-VI, 26-VII ; **1922**, 15-VII.
Staurastrum brachiatum, **1919**, 23-VI ; **1920**, 25-IV ; **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.
— *Bieneanum*, **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.
— *dejectum*, **1920**, 31-V, 28-VII ; **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.
— *Dickiei*, **1922**, 10-VI.
— *furcigerum*, **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.
— *gracile*, **1919**, 26-VII ; **1922**, 15-VII.
— *teliferum*, **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.
— *tetracerum*, **1920**, 25-IV ; **1921**, 15-V ; **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.
Sphærozosma excavatum, **1922**, 10-VI, 15-VII, 10-IX, 18-X.
Hyalotheca dissiliens, **1919**, 23-VI ; **1920**, 25-IV ; **1922**, 15-VII, 10-IX, 18-X.

Heterocontæ.

Botryococcus Braunii, **1920**, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 15-V, 18-VI, 31-XII ; **1922**, 15-VII, 10-IX, 18-X.
Ophiocytium capitatum, **1919**, 26-VII ; **1920**, 25-IV, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 15-V, 18-VI ; **1922**, 10-VI.
— *parvulum*, **1922**, 15-VII.

TABLEAU III. — MARE AUX PIGEONS.

Myxophyceæ.

Chroococcus minutus, **1919**, 30-IX ; **1921**, 17-IX.
Microcystis æruginosa, **1919**, 23,VI ; **1920**, 31-V ; **1921**, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII.
Hapalosiphon fontinalis, **1919**, 26-V, 23-VIII ; **1920**, 20-IX ; 10-I, **1921**, 21-II, 17-IV, 16-VI ; **1922**, 2-III, 10-VI.
Stigonema ocellatum, **1919**, 2-III.

Flagellatæ.

Codonosiga Botrytis, **1922**, 10-VI.
Rhipidodendron Huxlei, **1920**, 1-II, 25-IV.
Mallomonas acaroides, **1919**, 25-II ; **1920**, 23-VI ; **1921**, 10-I ; **1922**, 10-IV, 10-VI.
Synura Uvella, **1921**, 15-V, 16-VI.
Dinobryon divergens, **1919**, 17-III, 17-IV, 26-V ; **1920**, 30-III, 25-IV, 17-X; **1922**, 10-VI.
Dinobryon marchicum, **1920**, 30-III, 31-V.
Chrysostephanosphæra globulifera, **1922**, 2-III.
Euglena acutissima, **1919**, 25-II, 17-III, 26-V.
— *Oxyuris*, **1921**, 20-III.
Lepocinclis Steinii, **1920**, 25-IV, 31-V, 23,VI, 28-VII ; **1921**, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII.
Phacus longicauda torta, **1921**, 15-V.
— *Pleuronectes*, **1921**, 20-III.
Trachelomonas hispida, **1922**, 2-III.
T. volvocina, **1919**, 17-III, 17-IV, 23-VI ; **1921**, 17-IV, 17-IX ; **1922**, 2-III.
Eutreptia viridis, **1921**, 16-VI.

Dinoflagellatæ.

Glenodinium uliginosum, **1919**, 17-III, 17-IV ; **1920**, 18-XI ; **1921**, 15-V, 13-VII, 21-X.
Peridinium cinctum, **1919**, 17-III, 17-IV ; **1920**, 1-II, 31-V, 20-IX, 17-X ; **1921**, 17-IV ; **1920**, 10-IV.
— *umbonatum*, **1919**, 20-V ; **1920**, 1-II, 25-IV, 31-V, 18-X.
Cystodinium Steinii, **1919**, 23-VI, 25-VII.

Diatomaceæ.

Tabellaria flocculosa, **1919**, 26-V, 23-VI, 25-VII, 30-IX ; **1920**, 1-II, 30-III, 25-IV, 31-V, 20-IX ; **1921**, 16-VI, 13-VII ; **1922**, 2-III, 10-IV.
Eunotia pectinalis, **1922**, 2-III, 10-IV, 10-VI.
Frustulia vulgaris, **1919**, 26-V, 25-VII, 30-IX ; **1920**, 1-II, 20-IX ; **1921**, 20-III, 17-IX, 21-X.
Pinnularia viridis, **1919**, 17-III, 30-IX ; **1920**, 1-II, 30-III, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 10-I, 21-II, 15-V, 16-VI, 17-IX, 21-X ; **1922**, 10-IV.
— *Tabellaria*, **1920**, 28-VIII ; **1921**, 17-IV ; **1922**, 10-IX.

Chlorophyceæ.

Isocontæ.

Pandorina Morum, **1919**, 17-III ; **1921**, 20-III ; **1922**, 2-III.
Eudorina elegans, **1919**, 25-II, 17-III, 23-VI ; **1920**, 20-IX ; **1921**, 21-II, 20-III, 15-V ; **1922**, 2-III.
Asterococcus superbus, **1919**, 23-VI, 21-X ; **1920**, 1-II, 30-III, 25-IV, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 10-I, 21-II, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, -VII, 17-IX, 21-X ; **1922**, 2-III, 10-IV, 10-VI, 10-IX.
Gleocystis ampla, **1919**, 23-VI ; **1920**, 31-V, 23-VI ; **1921**, 17-IX, 21-X.
— *vesiculosa*, **1921**, 21-X.
Sphærocystis Schrœteri, **1919**, 23-VI ; **1920**, 31-V ; **1921**, 117-IV, 16-VI, 13-VII, 17-IX.
Schizochlamys gelatinosa, **1919**, 23-VI.

Protococcales.

Characium Hookeri, **1921**, 20-III.
Pediastrum Boryanum rugulosum, **1919**, 23-VI.
Oocystis Novæ Semliæ, **1920**, 25-IV ; **1921**, 10-I ; **1922**, 2-III.
— *gigas*, **1921**, 17-IV.
— *solitaria*, **1919**, 23-VI.
Nephrocytium closterioides, **1918**, 15-X ; **1919**, 23-VI, 23-VIII, 21-X ; **1920**, 30-III, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII, 17-IX ; **1922**, 2-III, 10-IV, 10-VI.
Tetraedron lobulatum, **1920**, 31-V ; **1921**, 16-VI, 13-VII.
Scenedesmus acuminatus, **1919**, 23-VI ; **1921**, 17-VI, 17-IX, 21-X.
— *bijugatus*, **1919**, 23-VI ; **1919**, 17-IX, 21-X ; **1922**, 10-IX.
— *obliquus*, **1918**, 15-X ; **1919**, 23-VI, 25-VII, 21-X ; **1920**, 25-IV ; **1921**, 17-IV, 17-IX ; **1922**, 2-III.
— *brasiliensis*, **1919**, 23-VI ; **1921**, 16-VI.
— *quadricauda*, **1918**, 15-X ; **1919**, 23-VI, 25-VII, 23-VIII, 21-X ; **1920**, 25-IV, 23-VI ; **1921**, 17-IX, 21-X ; **1922**, 10-IX.
Crucigenia rectangularis, **1919**, 23-VI ; **1920**, 23-VI.
Kirchneriella lunaris, **1919**, 17-III, 26-V, 23-VI, 25-VII, 23-VIII, 30-IX, 21-X ; **1920**, 30-III, 31-V, 23-VIII, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 21-II, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII, 17-IX, 21-X ; **1922**, 10-IX.
Dictyosphærium Ehrenbergianum, **1919**, 23-VI, 23-VIII, 21-X ; **1920**, 25-IV ; **1921**, 21-II, 15-V ; **1922**, 10-IX.
Dimorphococcus lunatus, **1918**, 15-X ; **1919**, 23-VI, 23-VIII, 21-X ; **1920**, 25-

IV, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 15-V, 16-VI, 13-VII, 21-X ; **1922**, 10-IX.

Ankistrodesmus falcatus, **1918**, 15-X ; **1919**, 23-VI, 23-VIII, 21-X ; **1920**, 30-III, 23-VI, 28-VII ; **1921**, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII, 17-IX, 21-X ; **1922**, 2-III, 10-IV, 10-IX.

Cœlastrum cambricum, **1919**, 23-VI, 25-VII, 23-VIII, 21-X ; **1920**, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 15-V, 17-IX, 21-X ; **1922**, 2-III.

Stigeoclonium tenue, **1920**, 30-III, 25-IV, 31-V, 23-VI ; **1921**, 10-I, 16-VI.

Binuclearia tatrana Wittr., **1920**, 23-VI.

Microthamnium strictissimum, **1919**, 26-V ; **1920**, 30-III ; **1922**, 10-IV.

Stephanocontæ.

Œdogonium Areschougii, **1920**, 28-VII ; **1921**, 16-VI, 13-VII.

— *capitellatum*, **1921**, 15-V, 21-X.

— *Itzigshonii*, **1919**, 23-VI.

— *punctatostriatum*, **1919**, 23-VIII.

— *suecicum*, **1920**, 30-III.

Bulbochæte Nordstedtii, **1920**, 31-V, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 16-VI, 13-VII.

Acontæ.

Mougeotia nummuloides, **1922**, 2-III, 10-IV.

Zygnema ericetorum, **1920**, 25-IV ; **1921**, 15-V, 16-VI ; **1922**, 10-IV.

— *leiospermum*, **1921**, 15-V ; **1922**, 10-IV.

Desmidiaceæ.

Cylindrocystis Brebissonii, **1919**, 23-VI ; **1920**, 31-V, 23-VI ; **1921**, 16-VI, 17-IX.

Netrium Digitus, **1918**, 15-X ; **1919**, 26-V, 23-VI, 25-VII, 23-VIII, 30-IX ; **1920**, 28-VII, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII, 17-IX, 21-X ; **1922**, 10-VI, 10-IX.

Closterium acutum, **1921**, 17-IV.

— *costatum*, **1918**, 15-X.

— *Dianæ*, **1918**, 15-X ; **1919**, 23-VI, 23-VIII ; **1920**, 1-II, 30-III, 25-IV, 20-IX ; **1921**, 21-II, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 21-X ; **1922**, 10-IX.

— *didymotocum*, **1918**, 15-X ; **1919**, 23-VI, 23-VIII, 30-IX, 21-X ; **1920**, 25-IV, 31-V, 23-VI, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 10-I, 21-II, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII, 17-IX, 21-X ; **1922**, 2-III, **1922**, 10-IX.

— *gracile*, **1918**, 15-X ; **1919**, 17-III, 23-VI, 25-VII, 23-VIII ; **1920**, 30-III, 25-IV, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 10-I, 21-II, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII ; **1922**, 10-IX.

— *incurvum*, **1922**, 10-IX.

— *intermedium*, **1922**, 10-IX.

— *Kützingii*, **1919**, 25-VII ; **1922**, 10-IV, 10-VI.

— *lanceolatum*, **1919**, 23-VIII ; **1920**, 18-XI ; **1921**, 20-III, 15-V, 16-VI ; **1922**, 10-IX.

— *Lunula*, **1922**, 10-IX.

— *setaceum*, **1919**, 23-VIII, 21-X ; **1920**, 25-IV, 31-V, 28-VII ; **1921**, 16-VI, 13-VII ; **1922**, 10-IX.

Closterium striolatum, **1919**, 23-VI, 30-IX ; **1920**, 1-II, 30-III, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 21-II, 26-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 17-IX, 21-X ; **1922**, 10-IV, 10-IX.

Pleurotænium Ehrenbergii, **1918**, 15-X ; **1919**, 23-VI, 25-VII, 23-VIII, 30-IX, 21-X ; **1920**, 1-II, 30-III, 25-IV, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX, 18-XI ; **1921**, 10-I, 21-II, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII, 17-IX ; **1922**, 10-IX.

Tetmemorus granulatus, **1918**, 15-X ; **1919**, 17-IV, 26-V, 23-VI, 25-VII, 23-VIII, 30-IX, 21-X ; **1920**, 30-I, 30-III, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 10-I, 21-II, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII, 17-IX, 21-X ; **1922**, 2-III, 10-IX.

Euastrum ansatum, **1918**, 15-X ; **1919**, 26-V, 23-VI, 25-VII, 23-VIII ; **1920**, 25-IV, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 21-II, 17-IV, 16-VI, 13-VII, 17-IX, 21-X ; **1922**, 2-III, 20-IX.

— *binale Gutwinski*, **1918**, 15-X ; **1919**, 23-VI, 25-VII, 23-VIII ; **1920**, 31-V, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 20-III, 15-V, 17-IX ; **1922**, 10-IX.

— *denticulatum*, **1920**, 30-III, 23-VI ; **1921**, 17-IV.

— *elegans*, **1918**, 15-X ; **1919**, 26-V, 25-VII ; **1920**, 25-IV, 30-IV ; **1921**, 17-IV ; **1922**, 10-IV, 10-IX.

— *oblongum*, **1920**, 31-V ; **1922**, 10-IX.

— *pectinatum*, **1918**, 15-X ; **1919**, 23-VIII ; **1920**, 31-V, 17-X ; **1921**, 15-V, 16-VI, 17-IX, 21-X ; **1922**, 2-III, 10-IX.

Micrasterias denticulata, **1921**, 15-V.

— *rotata*, **1918**, 15-X ; **1919**, 26-V, 25-VII, 23-VIII, 30-IX ; **1920**, 23-VI, 28-VII, 17-X, 18-XI ; **1921**, 21-II, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII, 21-X; **1922**, 2-III, 10-IX.

— *truncata*, **1918**, 15-X ; **1919**, 26-V, 23-VI, 25-VII, 23-VIII, 30-IX, 21-X ; **1920**, 1-II, 30-III, 25-IV, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 21-II, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII, 17-IX, 21-X ; **1922**, 2-III, 10-IX.

Cosmarium amœnum, **1919**, 23-VI, 25-VII, 23-VIII, 30-IX ; **1920**, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX, 17-X ; **1921**, 15-V, 16-VI, 13-VII, 17-IX, 21-IX ; **1922**, 2-III, 10-VI, 10-IX.

— *humile*, **1919**, 26-V, 23-VI ; **1920**, 25-IV, 20-IX ; **1921**, 17-IV,

— 17-IX, 21-X ; **1922**, 10-IX.

— *ornatum*, **1919**, 26-V, 23-VI, 23-VIII ; **1922**, 2-III, 10-IX.

— *margaritiferum*, **1919**, 26-V, 23-VI, 23-VIII ; **1920**, 30-III, 25-IV, 31-V, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 21-II, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII, 17-IX, 21-X ; **1922**, 2-III, 10-IX.

— *moniliforme*, **1919**, 23-VIII ; **1920**, 31-V ; **1921**, 17-IX, 21-X.

— *pygmæum*, **1919**, 23-VI, 25-VII, 23-VIII ; **1920**, 31-V.

— *pyramidatum*, **1919**, 26-V, 23-VI, 25-VII, 30-IX ; **1920**, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 15-V, 16-VI, 17-IX, 21-X.

— *tinctum*, **1919**, 23-VI, 23-VIII, 21-X ; **1920**, 25-IV, 31-V, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 17-IV, 15-V, 17-IX, 21-X ; **1922**, 10-IX.

— *sphagnicolum*, **1919**, 25-VI, 25-VII ; **1920**, 23-VI.

Arthrodesmus Incus, **1919**, 25-VII ; **1921**, 17-IX, 21-X ; **1922**, 2-III, 10-IX.

— *octocornis*, **1919**, 23-VI, 23-VIII ; **1920**, 25-IV, 32-VI, 20-IX ; **1922**, 10-IX.

Arthrodesmus triangularis, **1919**, 26-V, 23-IV, 25-VII, 23-VIII, 21-X ; **1920**, 30-III, 25-IV, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 17-IV, 15-V, 16-VI, 15-VII.
Staurastrum brachiatum, **1919**, 23-VI ; **1920**, 30-III, 31-V, 23-VI.
— *cyrtocerum*, **1919**, 25-VIII.
dejectum, **1919**, 17-III, 26-V, 23-VI, 15-VII, 26-VIII, 30-IX, 21-X ; **1920**, 30-III, 25-IV, 31-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 21-II, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII, 21-X ; **1922**, 10-IV, 10-IX.
— *dilatatum*, **1919**, 23-VI ; **1920**, 25-IV, 31-V, 23-VI ; **1921**, 21-II, 20-III, 17-IV, 15-V, 17-IX.
— *furcatum*, **1918**, 15-X ; **1920**, 25-IV ; **1922**, 10-IX.
— *furcigerum*, **1920**, 30-III, 25-IV, 31-V, 23-VI ; **1921**, 17-IV ; **1922**, 10-IX.
— *gracile*, **1922**, 10-VI.
— *inflexum*, **1922**, 10-VI, 10-IX.
— *muticum*, **1919**, 30-IX.
— *polymorphum*, **1919**, 23-VI ; **1920**, 31-V ; **1921**, 16-VI.
— *teliferum*, **1919**, 23-VI ; **1920**, 30-III, 25-IV, 31-V, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 21-II, 20-III, 17-IX ; **1922**, 10-IX.
— *vestitum*, **1919**, 25-II, 23-VIII, 30-IX.
— *tetracerum*, **1919**, 23-VIII ; **1920**, 31-V.
Sphærozosma excavatum, **1919**, 23-VI ; **1920**, 30-III, 25-IV, 31-V, 20-IX ; **1921**, 21-II, 17-IV, 15-V, 17-IX.
Spondylosium pulchellum, **1918**, 15-X ; **1919**, 17-IV, 26-V, 23-VI, 32-VIII, 30-IX ; **1920**, 30-III, 25-IV, 31-V, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 17-IV, 15-V, 13-VII, 17-IX.
Hyalotheca dissiliens, **1919**, 26-V, 15-VII ; **1920**, 1-II, 3-IV, 23-VI ; **1921**, 15-V ; **1922**, 10-IV, 10-VI, 10-IX.
— *mucosa*, **1920**, 25-IV, 31-V ; **1921**, 17-IV ; **1922**, 10-IX.
Gymnozyga moniliformis, **1919**, 17-IV, 26-V, 23-VI, 15-VII, 23-VIII ; **1920**, 25-IV, 20-IX, 17-X ; **1921**, 20-III, 17-IV, 15-V, 16-VI, 13-VII.

TABLEAU IV. — MARE AUX COULEUVREUX.

Myxophyceæ.

Chroococcus turgidus, **1919**, 27-V, 24-VI ; **1920**, 30-V, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 18-VI, 12-VII ; **1922**, 2-III, 10-VI, 10-IX.
Microcystis æruginosa, **1920**, 25-IV ; **1921**, 18-VI.
— *firma*, **1921**, 15-V.
Merismopedia glauca, **1920**, 28-VII ; **1921**, 18-VI, 13-VII.
Nostoc commune, **1919**, 24-VI ; **1920**, 28-VII ; **1922**, 15-VII, 10-IX.
Tolypothrix lanata, **1920**, 30-III, 25-IV ; **1922**, 10-IX.
Hapalosiphon fontinalis, **1919**, 24-VI ; **1920**, 23-VI, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 18-VI ; **1922**, 10-IX, 18-X.
Calothrix Weberi, **1920**, 23-VI ; **1921**, 15-V, 18-VI.

Flagellatæ.

Rhipidodendron Huxlei, **1919**, 18-III ; **1920**, 25-IV, 28-VII ; **1921**, 18-VI ; **1922**, 15-VII.
— *splendidum*, **1919**, 24-VI.
Synura Uvella, **1919**, 18-III ; **1920**, 28-VII, 20-IX.
Dinobryon sociale, **1919**, 24-IV, 27-V ; **1921**, 17-IX.
— *Tabellariæ*, **1919**, 18-III, 24-IV ; **1920**, 30-III, 30-V, 23-VI, 28-VII ; **1921**, 20-III.
Euglena oxyuris, **1920**, 20-IX.
Phacus caudata, **1919**, 27-V ; **1920**, 30-V, 23-VI.
— *longicauda torta*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 20-IX.
— *Pleuronectes*, **1919**, 27-V, 24-VI ; **1920**, 23-VI.
Trachelomonas hispida rectangularis, **1920**, 28-VII.
— *pulcherrima*, **1921**, 15-V.
— *volvocina cervicula*, **1919**, 25-VII ; **1920**, 30-V.
Menoidium incurvum, **1919**, 18-III, 24-IV, 27-V ; **1920**, 30-V, 20-IX.

Dinoflagellatæ.

Peridinium bipes, **1920**, 30-III.
— *cinctum*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 30-III, 30-V ; **1922**, 2-III, 10-IX.

Diatomaceæ.

Eunotia lunaris, **1919**, 27-V, 24-VI, 25-VII, 5-IX, 30-IX ; **1920**, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 20-III, 13-VII ; **1922**, 15-VII, 18-X.
Tabellaria flocculosa, **1920**, 23-VI.
Frustulia saxonica, **1919**, 24-VI, 30-IX ; **1921**, 13-VII.
Stauroneis anceps, **1919**, 24-IV, 27-V ; **1920**, 20-IX ; **1921**, 15-V, 13-VII.
Pinularia major, **1919**, 24-VI, 30-IX ; **1922**, 10-IX.
— *subcapitata*, **1919**, 18-III, 24-IV, 27-V, 24-VI, 5-VII, 25-IX, 30-IX, 27-X ; **1920**, 30-V, 23-VI, 20-IX, 17-X, 18-XI ; **1921**, 13-VII ; **1922**, 10-VI.
— *Tabellaria Wolfensbergeri*, **1919**, 30-IX ; **1921**, 18-VI, 13-VII.
— *viridis*, **1919**, 18-III, 24-IV, 27-V, 24-VI, 5-IX ; **1920**, 3-I, 1-II, 30-V, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 18-VI, 13-VII ; **1922**, 2-III, 10-IV, 15-VII, 10-IX, 18-X.

Chlorophyceæ.

Isocontæ.

Volvox minor, **1919**, 18-III, 24-IV.
Chlamydomonas de Baryana, **1919** 30-IX ; **1921**, 18-VI.
Pandorina Morum, **1919**, 24-VI ; **1921**, 1-II, 30-V, 28-VII.
Eudorina elegans, **1919**, 18-III, 24-IV, 27-V, 24-VI ; **1920**, 1-II, 30-III, 25-IV, 30-V, 23-VI, 28-VII, 18-XI ; **1921**, 15-V, 18-VI ; **1922**, 15-VII, 10-IX.
Asterococcus superbus, **1919**, 27-V ; **1920**, 30-V, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 15-V, 18-VI.
Gleocystis ampla, **1920**, 23-VI, 28-VII ; **1921**, 18-VI.

Palmodictyon varium, **1919**, 24-IV.
Schizochlamys gelatinosa, **1920**, 20-IX ; **1921**, 18-VI.
Apiocystis Brauniana, **1920**, 20-IX.

Protococcales.

Pediastrum Tetras, **1919**, 25-VII ; **1920**, 28-VII ; **1921**, 18-VI
Eremosphæra viridis, **1919**, 27-V.
Nephrocytium closterioides, **1920**, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 18-VI.
Tetraedron curvatum, **1920**, 32-IV.
— *lobulatum*, **1921**, 15-V.
Scenedesmus obliquus, **1920**, 30-V.
— *quadricauda*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 23-VI, 28-VII ; **1921**, 15-V, 18-VI.
Crucigenia rectangularis, **1919**, 24-VI ; **1920**, 23-VI.
Kirchneriella lunaris, **1920**, 23-VI, 20-IX.
Selenastrum gracile, **1920**, 20-IX.
Dictyosphærium Ehrenbergianum, **1919**, 24-IV, 27-V ; **1920**, 30-V, 20-IX.
Dimorphococcus lunatus, **1919**, 27-V ; **1920**, 23-VI.
Ankistrodesmus falcatus, **1919**, 27-V, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 30-V, 23-VI, 28-VII ; **1921**, 15-V, 18-VI, 15-VII.
Cœlastrum Chodati, **1921**, 15-V.
— *proboscideum*, **1919**, 27-V, 24-VI ; **1920**, 30-III, 20-IX.
Geminella mutabilis, **1920**, 30-V.
Ulothrix tenerrima, **1919**, 18-III ; **1920**, 30-III.
— *variabilis*, **1919**, 18-III, 27-V.
Hormidium subtile, **1921**, 18-VI ; **1922**, 15-VII.
Microspora floccosa, **1919**, 24-IV ; **1920**, 30-III.
Chætophora elegans, **1919**, 24-IV, 27-V ; **1920**, 30-III, 25-IV.
Coleochæte scutata, **1921**, 18-VI.
Microthamnium strictissimum, **1919**, 18-III ; **1920**, 30-III, 25-IV, 30-V ; **1921**, 13-VII ; **1922**, 15-VII.

Stephanocontæ.

Œdogonium Itzigshonii, **1919**, 25-VII ; **1920**, 28-VII ; **1921**, 18-VI, 13-VII.
— *suecicum*, **1919**, 24-IV ; **1920**, 30-III, 20-IX ; **1921**, 15-VI, 18-VI.

Acontæ.

Mougeotia nummuloides, **1920**, 25-IV.
— *quadrangulata*, **1919**, 18-III, 24-IV ; **1920**, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 20-III.
Zygnema chalybeospermum, **1919**, 27-V.
— *Ralfsii*, **1919**, 24-IV, 27-V ; **1921**, 15-V, 18-VI.
Spirogyra mirabilis, **1919**, 18-III, 24-IV ; **1921**, 15-V.

Desmidiaceæ.

Gonatozygon Brebissonii, **1919**, 18-III.
Cylindrocystis Brebissonii, **1919**, 18-III, 30-IX ; **1920**, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 18-VI.

Mesotænium Endlicherianum, **1919**, 18-III, 25-VII ; **1920**, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 18-VI ; **1922**, 10-VI.
Netrium Digitus, **1919**, 25-VII, 30-IX ; **1921**, 15-V ; **1922**, 10-IX.
— *interruptum*, **1920**, 28-VII.
Closterium Archerianum, **1920**, 23-VI.
— *costatum*, **1919**, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 23-VI, 28-VII ; **1921**, 18-VI ; **1922**, 10-IX.
— *Dianæ*, **1920**, 20-IX ; **1922**, 10-IX.
— *didymotocum*, **1919**, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 23-VI ; **1921**, 15-V, 18-VI ; **1922**, 10-IX.
— *gracile*, **1919**, 27-V, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 23-VI.
— *Kützingii*, **1919**, 18-III, 24-IV, 24-VI ; **1920**, 25-IV, 30-V ; **1921**, 15-V ; **1922**, 18-X.
— *lanceolatum*, **1919**, 27-V, 24-VI ; **1921**, 15-V ; **1922**, 10-IX.
— *Leibleinii*, **1920**, 20-IX.
— *Lunula*, **1919**, 27-V ; **1920**, 23-VI, 18-XI ; **1922**, 10-IX.
— *parvulum*, **1920**, 30-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX.
— *paracerosum*, **1920**, 20-IX.
— *striolatum*, **1919**, 25-VII ; **1920**, 25-IV, 23-VIII, 28-VII, 20-IX, 18-XI ; **1921**, 20-III, 15-V, 18-VI ; **1922**, 10-IX.
Pleurotænium Ehrenbergii, **1919**, 27-V, 25-VII ; **1920**, 30-III ; **1921**, 20-III, 18-VI ; **1922**, 10-IX.
— *truncatum*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 3-I ; **1922**, 10-IX, 18-X.
Tetmemorus granulatus, **1919**, 27-V, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 30-III, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 15-V, 18-VI ; **1922**, 10-IX.
Euastrum ansatum, **1919**, 24-VI ; **1920**, 28-VII ; **1921**, 15-V, 18-VI.
— *binale Gutwinski*, **1919**, 27-V, 24-VI, 25-VII ; **1921**, 15-V.
— *elegans*, **1919**, 27-V, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 30-V, 23-VI ; **1921**, 15-V, 18-VI ; **1922**, 2-III, 10-IX.
— *oblongum*, **1919**, 25-VII ; **1920**, 28-VII ; **1921**, 15-V ; **1922**, 10-IX.
— *pectinatum*, **1919**, 27-V, 24-VI, 25-VI ; **1920**, 18-XI ; **1921**, 15-V, 18-VI.
— *verrucosum*, **1919**, 18-III, 24-IV, 27-V, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 18-XI ; **1921**, 15-V.
Micrasterias Crux melitensis, **1919**, 18-III, 27-V, 24-VI ; **1920**, 20-IX ; **1921**, 15-V, 18-VI.
— *papillifera glabra*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 20-IX, 18-XI ; **1921**, 15-V, 18-VI.
— *rotata*, **1919**, 27-V, 25-VII ; **1920**, 20-IX ; **1921**, 15-V, 18-VI ; **1922**, 10-IX.
— *truncata*, **1919**, 18-III, 24-IV, 27-V, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 30-III, 23-VI, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 15-V, 18-VI ; **1922**, 10-IX.
Cosmarium amœnum, **1919**, 27-V, 24-VI ; **1920**, 30-V, 23-VI, 28-VII ; **1921**, 18-VI ; **1922**, 2-III, 10-IX.
— *connatum*, **1919**, 27-V, 24-VI, 25-VII, 30-IX ; **1920**, 28-VII, 20-IX ; **1922**, 10-IX.
— *Cucurbita*, **1919**, 25-VII, 30-IX, 27-X ; **1921**, 13-VII.
— *margaritiferum*, **1920**, 30-V ; **1921**, 18-VI.
— *pseudamœnum*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 30-V ; **1921**, 18-VI.
— *pseudoconnatum*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 28-VII ; **1921**, 15-V, 18-VI.

Cosmarium pygmæum, **1919**, 25-VII ; **1921**, 18-VII.
— *pyramidatum*, **1919**, 25-VII ; **1920**, 28-VII.
— *quadratum*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 18-VI.
— *rectangulare*, **1920**, 28-VII.
— *sphagnicolum*, **1919**, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 28-VII.
— *tinctum*, **1919**, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 28-VII.
Xanthidium antilopæum, **1919**, 18-III, 27-V, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 30-V, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 15-V, 18-VI.
— *cristatum*, **1919**, 27-V, 24-VI ; **1920**, 30-III, 30-V, 20-IX.
— *fasciculatum*, **1920**, 20-III.
Arthrodesmus convergens, **1919**, 18-VII, 24-IV, 27-V, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 23-VI, 28-VII, 30-IX ; **1921**, 15-V, 18-VI.
— *Incus*, **1919**, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 28-VII ; **1921**, 15-V.
— *triangularis*, **1919**, 25-VII ; **1920**, 30-III, 30-V, 23-VI, 28-VII ; **1921**, 15-V ; **1922**, 15-VII.
— *octocornis*, **1919**, 25-VII ; **1920**, 20-IX.
Staurastrum alternans, **1919**, 27-V ; **1920**, 28-VII.
— *brachiatum*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 23-VI.
— *dejectum*, **1919**, 25-VII ; **1920**, 25-IV, 30-V, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 15-V.
— *dilatatum*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 23-VI, 20-IX.
— *furcigerum*, **1919**, 24-IV, 24-VI, 25-VII ; **1920**, 23-VI, 28-VII, 17-X ; **1921**, 18-VI.
— *inflexum*, **1919**, 24-VI ; **1920**, 23-VI ; **1921**, 15-V.
— *lunatum*, **1920**, 23-VI.
— *oxyacanthum*, **1920**, 23-VI, 20-IX ; **1921**, 18-VI, 13-VII.
— *teliferum*, **1921**, 18-VI.
— *tetracerum*, **1920**, 30-V.
Sphærozosma excavatum, **1920**, 28-VII, 20-IX.
Hyalotheca dissiliens, **1919**, 24-IV, 27-V, 25-VII, 5-IX ; **1920**, 25-IV, 30-V, 23-VI, 28-VII, 20-IX ; **1921**, 18-VI ; **1922**, 10-IX.
— *mucosa*, **1920**, 25-IV, 28-VII ; **1921**, 18-VI.
Desmidium Swartzii, **1919**, 25-VII ; **1920**, 20-IX ; **1921**, 18-VI.
Gymnozyga moniliformis, **1919**, 25-VII ; **1920**, 28-VII.

Heterocontæ.

Stipitococcus urceolatus, **1919**, 24-IV ; **1920**, 23-VI.
Botryococcus Braunii, **1919**, 24-IV ; **1920**, 18-XI.
Ophiocytium cochleare, **1920**, 28-VII ; **1921**, 15-V, 18-VI.

III. — Évolution biologique résumée des mares de Fontainebleau.

Les mares de Fontainebleau sont séparées de toute autre masse aquatique importante, par un milieu sec qui forme une barrière infranchissable pour la végétation hygrophile. La lande, les rochers ou la forêt, s'opposent à la propagation

directe des Végétaux aquatiques par leurs propres moyens. D'autre part, malgré leur dissémination dans la forêt, ces mares ont une flore très comparable. Ces deux faits ne peuvent s'expliquer autrement qu'en faisant intervenir l'action de facteurs de dispersion tels que les Oiseaux, les Insectes, le vent.

On connaît les travaux de Darwin (*55*) sur le transport des graines par les Oiseaux, ceux de De Guerne (*116*) sur le transport des organismes d'eau douce par le même facteur. Il est évident que les Oiseaux, ou même les Insectes, peuvent contribuer à disséminer passivement les organismes et, en particulier, ceux qui se trouvent en vie ralentie ou qui, tout au moins, sont susceptibles de résister à la sécheresse : fruits, graines, boutures, hibernacles de Phanérogames, œufs enkystés, spores diverses, thalles de Cryptogames. Ce facteur dispersateur de la flore aquatique paraît d'autant plus efficace à Fontainebleau que, dans toute cette région aride, les mares sont les seules réserves d'eau où les Oiseaux peuvent venir boire. Ce sont eux, vraisemblablement, qui ont servi de véhicule principal aux plantes aquatiques. Il est à remarquer que les graines lourdes, non aisément transportables, n'ont pu être introduites dans les mares, et c'est problablement à ce fait qu'il faut rattacher l'absence de certaines familles telles que les Nymphéacées. Certaines espèces, qu'on a signalées autrefois, ont dû être nécessairement transportées à l'état végétatif et d'une manière passive : *Wolfia arhiza*, *Helodea canadensis*.

G. S. West pense que les Desmidiées, à l'état végétatif, ne peuvent être transportées par le vent, car une dessiccation, même partielle, leur serait presque inévitablement fatale. Cette opinion ne s'accorde pas avec certaines observations, en particulier celles de R. Gistl (*100*), qui a pu assister à la dessiccation complète de *Cosmarium sphagnicolum*, *Micrasterias truncata*, *Staurastrum margaritaceum* pendant six mois, dans une tourbière, sans que cette forte sécheresse ait été fatale à ces espèces. Nous observons le même phénomène au mont Ussy ou au rocher Cassepot, dans des mares qui, périodiquement, s'assèchent et dans lesquelles, cependant, la végétation algologique, sans être très importante, est loin d'être négli-

geable (Voir p. 128 et sq.). De toute manière, l'action du vent intervient efficacement dans le transport des spores durables protégées et des graines, et elle seule suffit à expliquer la dispersion facile des Algues aérophiles.

Action sélective du milieu. — C'est tout à fait au hasard des apports externes que le peuplement des mares s'est effectué, à une époque probablement ancienne, et qu'il se modifie encore de nos jours. Le milieu local a joué un rôle de régulateur en éliminant celles des espèces qui ne peuvent se maintenir dans les nouvelles conditions qui leur sont offertes. Son action peut être comparée à un véritable filtre qui ne laisserait passer que les espèces susceptibles de vivre dans la mare. Toute espèce introduite passivement et susceptible de vivre ultérieurement est adaptée au nouveau milieu. D'une manière générale, sont éliminés tous les êtres dont les exigences vitales ne peuvent s'accommoder des facteurs tels que : une eau météorique pauvre en sels minéraux, acide, riche en substances humiques, à pression osmotique basse, variable dans sa quantité, son aération, sa température. Le complexe écologique éprouve la possibilité vitale de chaque espèce et, de cette manière, sélectionne rigoureusement le tapis végétal. A côté des espèces aux exigences étroites, compatibles avec les facteurs limites du milieu nouveau, espèces qui comptent parmi la partie la plus différenciée de la population des mares, se maintiennent les ubiquistes des stations hygrophiles, de large tolérance écologique.

Ecesis (1). — De plus, l'espèce entraînée actuellement dans une mare n'y trouve pas une place « vide », mais un milieu déjà habité. Par quel mécanisme se fait l'adaptation complète d'une espèce (*ecesis*) au milieu inorganique et organique ? Nous ne savons pas, et ce n'est pas le lieu de le rechercher ici. Le milieu est un complexe indéfinissable dans toutes ses nuances et, insaisissables, par les seuls moyens de l'observation, sont les relations entre l'individu et le milieu. D'ailleurs, le milieu « mare » n'est pas un milieu

(1) *Ecesis*, is the ajustment of a plant to a new habitat (*36*).

homogène ; il se résout en une foule de nuances locales, qui sont autant de petits milieux dont le rôle biologique propre est différent.

On sait que la vie résulte d'un système d'échanges entre l'individu et le milieu. Ces échanges sont largement influencés par les variations du milieu, ainsi que le prouvent les travaux des physiologistes. Devant des variations trop considérables, la vie ne peut se maintenir ; au contraire, la persistance du métabolisme assure la conservation de la vie. Une espèce qui vit est adaptée. La présence constante d'une espèce dans un milieu est la preuve qu'elle y est adaptée. Sa souplesse écologique mesure l'étendue de son adaptation.

Qu'on me comprenne bien. Il n'est pas nécessaire que le milieu représente des conditions optimales pour que l'espèce se maintienne, il suffit qu'il n'y soit pas contraire. Ainsi s'expliquent les apparentes anomalies de répartition écologique [par exemple la présence, dans les mares, d'espèces eulimnétiques (*36*) telles que *Sphærocystis Schrœteri*]. Peu importe que l'harmonie terrestre ne soit pas réalisée, il suffit que la désharmonie ne soit pas toute-puissante.

L'adaptation n'est jamais un phénomène définitif, encore moins dans les mares qu'ailleurs. Devant les variations de milieu ou de la compétition, des espèces disparaissent. En 1881, Feuillaubois signale *Hydrocharis Morsus Ranæ*, *Helodea canadensis* dans la mare à Piat. Thuillier (*in* herb. Delessert) a recueilli le *Wolfia arhiza* dans les mares de Fontainebleau. Toutes ces espèces en sont disparues. Nous verrons plus loin comment l'homme hâte la disparition des espèces (Voir p. 121).

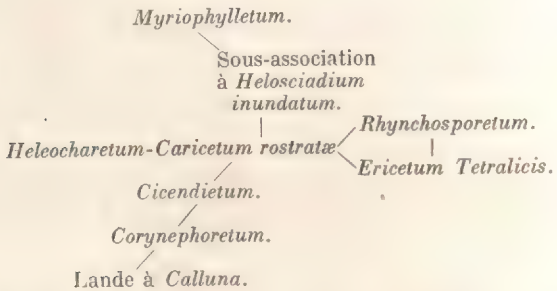
En définitive, c'est la composition floristique qui traduit par ses variations qualitatives et quantitatives la vie du complexe. Ainsi, la méthode de sociologie floristique que nous suivons s'harmonise avec la conception vitale de l'adaptation.

Terme actuel du peuplement floristique. — Seul, le peuplement actuel, résultante d'une longue évolution antérieure, peut se prêter à l'analyse et à l'induction causale, source de suggestions expérimentales utiles. Nous avons

reconnu, dans le complexe végétal des mares, un certain nombre de groupements analysés dans les pages précédentes. En mettant à part les bactéries et le zooplancton, c'est-à-dire, en gros, les organismes hétérotrophes, je rappelle que nous avons pu distinguer des groupements de valeur diverse.

1° *Associations de Phanérogames et Muscinées.* — Association à *Myriophyllum alterniflorum-Helosciadium inundatum*, association à *Heleocharis palustris-Carex rostrata* et groupements voisins, association à *Cicendia filiformis*.

Le tableau ci-dessous synthétise les relations de parenté que l'on peut établir entre ces diverses associations, ou celles qui leur sont affines.



Toutes ces associations, malgré leurs affinités, ont des préférences bien distinctes. Le *Myriophylletum* ne trouve son plein développement que dans l'eau ; le *Corynephoretum* et la lande à *Calluna*, sur un sol sec; enfin le *Rhynchosporetum* et l'*Ericetum Tetralicis* ne prospèrent que sur un sol tourbeux humide. Nous n'avons pas étudié ces associations.

La sous-association à *Helosciadium inundatum*, l'*Heleocharetum* et le *Cicendietum* sont des groupements qui peuvent supporter des fluctuations hydrostatiques plus ou moins étendues, dans la mesure où nous l'avons déterminé.

La sous-association à *Helosciadium inundatum* a son optimum dans la partie la plus aquatique des mares ; elle est entourée, quelquefois mélangée, par l'association plus amphibie à *Heleocharis palustris-Carex rostrata*. Ces deux associations sont installées sur une vase de débris végétaux imparfaitement décomposés (= *dy*). En arrière de l'*Heleochare-*

tum existe le *Cicendietum*, sur sol sableux, simplement frais.

Tandis que cette association ne comprend que des plantes annuelles, dans les deux autres elles sont toutes vivaces. De type morphologique et de souplesse écologique comparables, leurs espèces constituantes démontrent, par l'interpénétration fréquente de leurs groupements, une vocation biologique commune ; enfin, la prospérité végétative de plusieurs d'entre elles assure au paysage végétal son relief le plus marqué. La végétation de l'ensemble acquiert une structure (zonation) en harmonie avec la composition du tapis végétal et les conditions générales de milieu ; mais le lien qui rapproche toutes ces associations est non seulement d'ordre écologique ou sociologique, mais encore d'ordre géographique.

Espèces et associations ont une distribution occidentale manifeste. Rentrent dans l'élément atlantique, conçu dans un sens large les *Ranunculus tripartitus*, *R. ololeucos*, *R. nodiflorus*, *Elatine hexandra*, *Hypericum humifusum*, *Elodes palustris*, *Trifolium micranthum*, *Tillæa muscosa*, *Erica Tetralix*, *Cicendia pusilla*, *Illecebrum verticillatum*, *A. natans*, *Juncus capitatus*, *J. pygmæus*, *Airopsis agrostidea*, *Deschampsia discolor*. La lande à *Calluna*, groupement connexe aux associations étudiées, renferme aussi un bon nombre d'espèces atlantiques. Telles sont : *Polygala serpyllacea*, *Hypericum pulchrum*, *Ulex europæus*, *U. nanus*, *Sarothamnus scoparius*, *Genista pilosa*, *G. anglica*, *Ornithopus perpusillus*, *Teucrium Scorodonia*, *Erica cinerea*, *Mibora verna*, etc.

Mais, au point de vue quantitatif, ce sont des espèces de plus vaste extension géographique qui prédominent dans les mares. Il est visible que l'élément atlantique est dominé par ces espèces plus souples, plus aisément adaptables aux circonstances actuelles et qui prolifèrent mieux. C'est ce que confirme la dynamique de la végétation.

2° *Associations d'Algues.* — C'est dans la partie basse de l'*Heleocharetum*, parmi les Sphaignes, que se trouvent les meilleurs types de l'association à *Micrasterias truncata*, et *Frustulia saxonica*, association rencontrée dans les tourbières à Sphaignes de l'Europe.

Quant à l'héléoplancton à Protococcales et Desmidiées,

il occupe la « région » pélagique des mares, coexistant où non avec la plus aquatique des associations de Phanérogames.

Aspects saisonniers. — La connaissance intégrale des groupements résulte d'observations faites aux diverses périodes de l'année et, à chacune d'elles, nous l'avons vu, correspond un épanouissement floristique particulier. Nous ne reviendrons pas sur les aspects saisonniers de chaque association. Rappelons simplement l'allure de l'ensemble.

En hiver, le zooplancton se multiplie dans les mares, et les Hygrophytes, protégées des variations brusques de la température, par la chaleur spécifique élevée de l'eau, commencent à se développer. Sous la glace même, ces plantes assimilent. Avec le printemps correspond la montée des Sphaignes aquatiques et des grandes Chlorophycées. A ce moment, le niveau de l'eau est maximum. Avec le début de l'été coïncide le plein épanouissement de la végétation phanérogamique et algologique des mares. A la fin de l'été, le *Cicendietum* typique est en pleine prospérité, mais, déjà, la vitalité générale des espèces se ralentit et, après les gelées d'automne, à la fin octobre, on assiste à l'activité minima de toute la végétation.

Action morphogène du milieu. — Non seulement le milieu intervient dans l'évolution physiologique des espèces, mais il agit encore comme facteur morphogène, dans les limites de la plasticité de chacune d'elles. Le milieu « mare » agit surtout en tant que milieu aquatique et milieu aquatique variable. Le milieu aquatique provoque un ensemble de morphoses communes aux plantes observées et d'ailleurs bien connues : réduction des tissus lignifiés (fibres, vaisseaux) et cutinisés et différenciation d'un parenchyme très lacuneux (aerenchyme). Aux variations hydrostatiques propres, se rattachent les formes amphibies, distinctes des formes exondées ou inondées, et modelées par les variations de l'eau (Voir p. 38, 49, 54). A côté de ces espèces immédiatement plastiques, il en existe d'autres où la réaction n'est pas aussi directe. Mais, j'insiste, la morphose n'est qu'un des aspects de l'adaptation. Toutes les morphoses sont tolérables lorsqu'elles

sont compatibles avec l'entretien de la vie. Entrons sommairement dans quelques détails.

Certaines espèces peuvent exister, sous la même forme, à peu de chose près, dans des milieux différents (*Glyceria fluitans* dans l'eau stagnante, ou dans l'eau vive, *Lemna minor* flottant dans l'eau, ou subaérien, sur un mur humide ; *Potamogeton polygonifolius* produisait à l'air sec, en 1921, au rocher Bouligny, des feuilles du même type que les feuilles habituellement flottantes). L'hétérophyllie de beaucoup d'amphibies est en relation avec le milieu instable ; mais il ne faut pas oublier que des isophylles supportent très bien cette instabilité. Ainsi, des isophylles flottantes : *Helosciadium inundatum*, *Myriophyllum spicatum*, *Utricularia minor*, *Zannichelia palustris*, végètent et fleurissent sur un sol simplement humide (mares de Franchard, Bellecroix, Épisy, aux Fées). Malgré cela, leur optimum biologique est réalisé dans l'eau. Enfin, certaines espèces peuvent exister sous deux formes distinctes dans un même milieu (*Veronica scutellata* glabre et sa variété *villosa*, côte à côte).

Autrement dit, une « forme type » donnée n'est pas fatalement adéquate à un milieu, et il nous faut faire des réserves sur l'utilité apparente des adaptations morphologiques. Et cette observation est vraie pour les Algues aussi. On considère la gélification de la membrane comme une des adaptations caractéristiques des organismes planctoniques, mais beaucoup de Desmidiées benthiques, les *Asterococcus*, *Sphærocystis*, *Gleocystis*, *Schizochamys*, *Apiocystis*, *Palmodictyon*, etc., la possèdent à des degrés divers.

L'apparition des mucilages, phénomène chimique, est indépendante de l'état flottant, encore qu'il puisse le faciliter. Il serait facile de citer d'autres exemples de désaccord entre la forme type et le milieu. J'y reviendrai ailleurs.

Compétition. — Aux variations saisonnières correspondent les variations dans la prolifération végétative. La multiplication intense est encore un phénomène d'ordre physiologique : la construction de matière organisée étant directement sous la dépendance de l'intensité des échanges nutritifs.

La multiplication végétative explique les compétitions. Celles-ci sont réalisées toutes les fois que la multiplication de deux ou plusieurs espèces contiguës a lieu simultanément. Parmi les espèces qui sont douées du plus grand pouvoir d'extension végétative, citons : dans l'association à *Myriophyllum-Helosciadium* : *Potamogeton natans*, *P. polygonifolius*, *Glyceria fluitans*, *Scirpus fluitans*, *Juncus supinus*, *Drepanocladus fluitans*, *Sphagnum Gravetii* ; dans l'*Heleocharetum-Caricetum* : *Heleocharis palustris*, *Carex rostrata*, *Juncus sylvaticus*, *J. effusus*, *Agrostis canina*, *Sphagnum cymbifolium*, *S. cuspidatum*, *Polytrichum commune*, *Aulacomnium palustre*.

Les circonstances extérieures favorisent ou entravent l'extension des espèces. La persistance de l'eau est propice à l'extension des Potamots, *Glyceria fluitans* et *Sphagnum Gravetii* ; l'abaissement est favorable à l'extension des Hélophytes et de l'*Agrostis vulgaris*. La forme du relief s'oppose à l'extension large, comme dans les marais, de grandes Hélophytes à rhizome, telles que *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris*, toujours localisés et peu abondants dans les cuvettes profondes de Bellecroix, de la mare aux Couleuvreux ou de la grande mare du Parc-aux-Bœufs.

Un grand déséquilibre des processus habituels de compétition a été réalisé, en 1921, dans les mares, à la suite de l'intense sécheresse de cette année-là. J'ai pu étudier facilement le cas de la Mare à Piat.

Jusqu'en 1921, la majeure partie de cette mare était dépouillée de toute végétation flottante. Dès juillet 1921, on vit, sur les vases séchées, s'établir une première colonie de pionniers avec *Vaucheria* (sp. steril.), prothalles de Muscinées, bientôt éliminée par une association ouverte de germinations d'*Hydrocotyle vulgaris*, *Ranunculus Flammula*, *Scirpus fluitans*, *Callitriche hamulata*, *Juncus supinus*, *Heleocharis palustris*. Dans l'espace occupé l'année précédente par un héléoplancton, se réalisait une héléocharaie. En septembre, *Juncus supinus*, *Heleocharis palustris* et *Glyceria fluitans* prirent le dessus et formaient une importante brosse d'Hélophytes. Avec les pluies d'hiver, nouveau déséquilibre. *Glyceria fluitans* est, nous l'avons vu, suscep-

tible de pousser ses feuilles et d'assimiler en hiver. Submergés pendant leur période de vie ralentie, les *Heleocharis* et *Juncus supinus* ne tardèrent pas à être entièrement recouverts par les feuilles flottantes de *Glyceria*, au développement ininterrompu. Sous cet écran, aucun des deux compétiteurs ne put triompher sur la Graminée qui, dès la fin mars 1922, s'étendit sur toute la surface des eaux. Mais la persistance de l'eau, cette même année, facilita le développement d'une autre compétitrice flottante à feuilles coriaces : *Potamogeton natans*, qui est en voie d'éliminer actuellement le *Glyceria*.

L'homme, important facteur biologique, intervient, dans la dynamique interne des groupements, de diverses manières : incendies ou coupes forestières, destruction de la végétation herbacée, introduction d'espèces, drainage des mares de vallées. Les incendies (1)

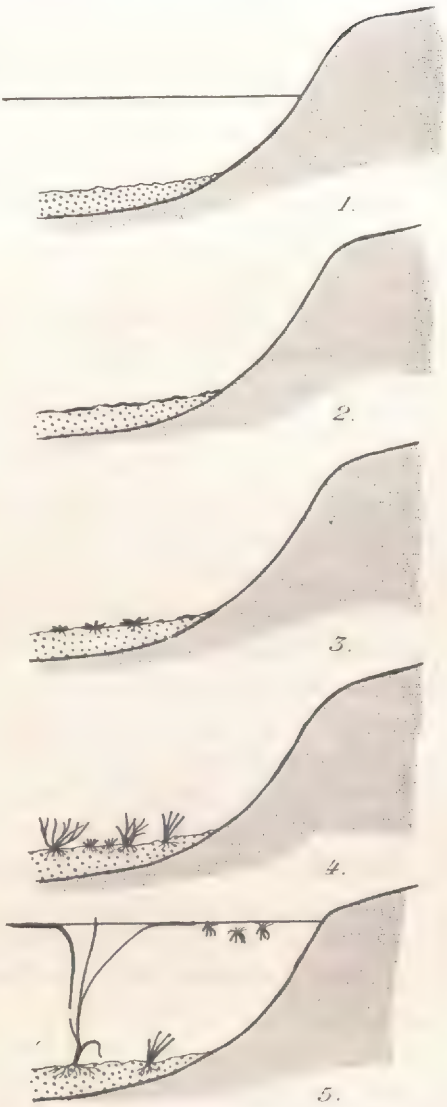


Fig. 13. — Variation de la végétation dans la mare à Piat : 1, avril 1921, pas de végétation phanérogamique benthique, ni flottante ; 2, juin 1921, assèchement du fond de la mare ; 3, août 1921, peuplement ouvert de *Juncus supinus*, *Glyceria fluitans*, *Heleocharis palustris* ; 4, octobre 1921, idem, *Glyceria fluitans* et *Heleocharis palustris* prennent le dessus ; 5, avril 1922, retour des eaux, *Glyceria fluitans* triomphe sur *Heleocharis* submergé et *Juncus supinus* déraciné (Voir p. 121).

(1) L'influence des incendies sur la végétation forestière est un intéressant sujet qui mériterait une étude spéciale.

éclatent souvent dans les bruyères complantées ou non de Pins. Les mares limitent les ravages du sinistre, et la végétation hygrophile est peu ou pas touchée par le feu. Cependant, en détruisant la végétation arbustive des plattières, l'incendie contribue à modifier les conditions locales d'éclairement. Les espèces de lumière (*Calluna*, *Sarothamnus*, *Rubus* sp. plur.) se développent intensément. On peut observer ce phénomène un peu partout : sur le plateau de Bellecroix (incendié en 1904), sur ceux de la Haute-Borne (incendié en 1918), du Cassepot (incendié en 1900 et 1916), de la mare aux Fées (incendié en 1911), des Rochers Bouligny (incendié en 1911). A la limite des associations de la lande, dans la Corynéphoraie ou la Cicendiaie, se développe, à la suite des incendies, un grand nombre d'espèces, d'appétence rudérale, nitrophiles. Il existait en 1920 des peuplements denses de ces témoins, au plateau de la Haute-Borne : *Marchantia polymorpha*, *Funaria hygrometrica*, *Senecio vulgaris*, *Rumex Acetosella*. L'extension de certaines espèces sociales est facilitée par l'afflux de lumière consécutif à un incendie. Tels sont : *Lemna minor*, *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum commune* et les Sphaignes. Le fait fut particulièrement visible, après 1918, dans la mare aux Couleuvreux. L'équilibre *Molinia-Sphagnum cuspidatum* (Voir p. 46) fut rompu au profit de la Sphaigne qui envahit les *Molinia* incendiés. Le développement des Algues est favorisé d'une manière évidente par la lumière.

L'Homme intervient dans les compétitions naturelles en coupant les grandes herbes : *Molinia*, *Carex*, Joncs, qui entourent les mares. Pour une raison d'esthétique très contestable, l'administration forestière fait tondre, à ras, les berges de certaines mares, comme des pelouses de jardin public (mare aux Fées, grande mare du Parc-aux-Bœufs). En 1921, la même administration fit curer la mare aux Fées. On gratta jusqu'au fond de la mare, et la vase fut rejetée en dehors. Le résultat de ce nettoyage fut suivi, comme bien on le pense, d'un profond déséquilibre de l'ordre naturel. En 1919, je pouvais récolter dans les mottes de *Sphagnum* marginaux une flore distincte de l'héléoplancton (Voir p. 97)

avec : *Actidesmium Hookeri*, *Pinnularia major*, *P. viridis*, *P. subcapitata*, *Synura Uvella*, *Trachelomonas volvocina*, *Microthamnion strictissimum*, *Geminella interrupta*, *Gonatozygon Brebissonii*. Depuis, je n'ai pas retrouvé ces espèces.

Le Dr Duclos, de Moret, qui a étudié les variations de la flore de la mare aux Fées, a pu noter la disparition de *Pilularia globulifera*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Helosciadium inundatum*, *Callitriche hamulata* et, au contraire, l'augmentation de *Potamogeton natans*, *Aulacomnium palustre polycephalum*, *Sphagnum Gravetii*. On trouve encore *Elatine Alsinastrum*, *E. hexandra*, *Menyanthes trifoliata*, mais pour combien de temps (*73*) ?

La destruction de la végétation herbacée est hâtée par le piétinement des nombreux touristes qui circulent à Fontainebleau ; le tapis végétal tend à devenir banal. La végétation aquatique n'est pas complètement indemne : les *Sphagnum* sont recherchés par les horticulteurs, et ces plantes, abondantes autrefois à la mare aux Évées, comme en font foi les récoltes et publications de Bescherelle, ont à peu près disparu. L'introduction de certaines espèces (*Alnus incana*, *Taxodium distichum* à la mare aux Évées, peut-être *Iris* et *Menyanthes* à la mare aux Fées) ne compense pas la réduction de la flore naturelle et ne semble pas avoir un rôle sociologique appréciable.

Un exemple particulièrement net de drainage est celui de la mare aux Évées, située au nord de la forêt. Cette mare, indiquée sur tous les anciens plans (en particulier ceux de 1755, 1764, 1796, 1908, cadastre), était très vaste. A l'époque de Louis-Philippe, on en réduisit considérablement la surface par d'importants travaux : creusement de drains rayonnants et d'un émissaire. Les artistes de Barbizon ne sont pas les seuls à déplorer la transformation de l'ancienne mare aux Évées ; les botanistes regrettent tout autant la disparition de ses bords tourbeux, actuellement transformés en un marécage où dominent des plantes banales.

Car c'est là une marque de l'évolution actuelle de la végétation des mares, avec ou sans l'aide de l'Homme. Le triomphe paraît être assuré aux espèces souples et à celles

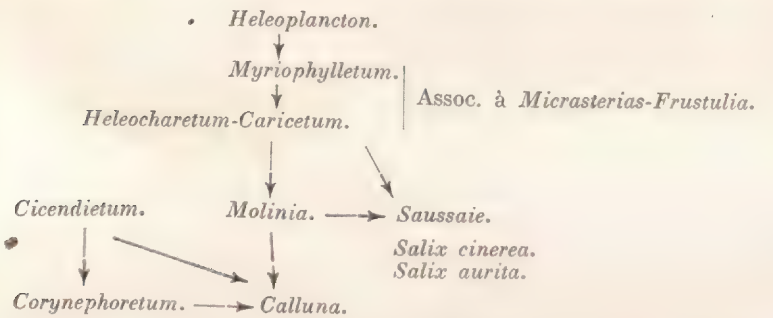
qui se multiplient le plus abondamment. Les ubiquistes des associations hygrophiles représentent actuellement le groupe biologique le mieux adapté à l'instabilité aquatique et à l'extension végétative facile. L'influence de l'Homme et du déséquilibre saisonnier favorise l'extension de ces espèces banales, cependant que l'élément atlantique diminue d'importance. Tout se passe comme si ce dernier paraissait mal adapté aux circonstances actuelles et locales.

Sédimentation. — L'évolution végétale des mares est hâtée par un important facteur d'un autre ordre : la sédimentation. Contrairement à la plupart des stations aquatiques, les mares ont un mode de sédimentation à peu près exclusivement organogène. A l'exception d'une petite quantité de sable apportée par le vent, la substance qui s'accumule au fond des mares est entièrement d'origine vivante. Tous les débris, autochtones ou non, finissent par se décomposer dans l'eau en un milieu pauvre en oxygène. Il se produit une boue végétale fine, sorte de « dy » (*158*) brun noirâtre, très riche en substances organiques, mais jamais de tourbe. On ne peut appeler les mares de Fontainebleau des mares tourbeuses, comme on l'a fait. Les conditions de production de la tourbe sont différentes, et bon nombre de plantes des tourbières à Sphaignes manquent ici. Quoi qu'il en soit, il se dépose une vase qui finit par emplir les cuvettes (20 à 50 centimètres de vase sur le plateau de Franchard, 30 centimètres dans la mare à Piat). On conçoit qu'à la suite d'une sédimentation excessive les plantes du *Myriophylletum* ne soient plus dans des conditions favorables pour prospérer, et la profondeur de l'eau qui limitait l'extension de l'*Heleocharetum* ne protège plus les plantes aquatiques d'un envahissement qui leur est fatal. Ainsi s'interpénètrent et se succèdent les associations. Nulle part la prolifération végétative n'atteint l'ampleur qu'elle déploie dans l'héléocharaie ; rien ne contribue autant à assécher le sol que cet apport de sédiments organiques nouveaux. Mais la vitesse de l'évolution et de la sédimentation est ralentie par le couvert qui se fait, au fur et à mesure que les *Salix* étendent leur feuillage. Si rien n'arrête

le développement des arbres, ils forment un écran qui entrave l'activité de la végétation herbacée : *Molinia*, *Carex* et *Heleocharis* ne fleurissent plus, dépérissent et disparaissent. La végétation algale est éliminée totalement par le couvert; les *Chromulina Rosanoffii*, et quelques saprophytes, sciaphiles, restent en dernier lieu. La mare aux Corneilles offre le meilleur type de mare boisée, à flore hygrophile ou aquatique, excessivement appauvrie ; la grande mare du Parc-aux-Bœufs est en voie d'appauvrissement semblable. Le terme normal du vieillissement des mares est la réalisation d'une saussaie de *Salix cinerea* et *S. aurita* entrecoupée de dépressions d'une eau brun noire à peu près abiotique. Il ne se différencie pas d'aulnaie, association de sol humide mais aéré par une intense circulation d'eau.

Il est bien rare que la saussaie persiste longtemps. A la suite du chablis des arbres, superficiellement enracinés à cause de la faible profondeur du sol, ou encore à la suite d'une coupe ou d'un incendie, il se produit un rajeunissement des processus évolutifs. Ce dernier débute par un grand développement des Muscinées sociales et des Hélophytes et une extension de la lande à *Calluna*, mais le terme de l'évolution vers une Bruyère tourbeuse ne se réalise pas ou ne se réalise plus à Fontainebleau.

En résumé, le schéma suivant résume les traits essentiels de la succession actuelle de la végétation des mares :



Dans les mares sableuses, la sédimentation est non moins nette que dans les autres. Les mares de By représentent

un groupe de mares de ce type, comblées et transformées en marais. L'eau apparente a disparu, elle sature un substratum spongieux peuplé par :

Aulacomnium palustre.
Polystichum spinulosum.
Typha angustifolia.
Juncus effusus.
Molinia cærulea.
Glyceria fluitans emers.
Galium palustre.
Lythrum Salicaria.
Solanum Dulcamara.

au-dessus desquels s'étend une strate arbustive de *Salix cinerea* et *Rhamnus Frangula*. Par son aspect et sa constitution floristique, ce groupement n'est pas sans présenter des analogies avec certains bois tourbeux que les auteurs anglais désignent sous le nom de « carr » et qui sont fréquents dans les tourbières à Hypnacées du Bassin de Paris (*3*).

Aux mares (type : mare de Samois) (Voir p. 29) succèdent un marécage (type : mare de By) qui finit par s'assécher (type : ancienne mare des Placereaux). A la place de la flore hygrophile se substitue une flore mésophile indifférente avec : *Hyperium pulchrum*, *Stellaria Holostea*, *Fragaria vesca*, *Cratægus oxyacantha*, *Rubus cœsius*, *Teucrium Scorodonia*, *Melampyrum pratense*, *Lonicera Periclymenum*, *Orchis montana*, *Juncus effusus*, *Hypnum purum.*

Ainsi, les mares gréseuses ou sableuses de la forêt sont en voie de disparition. C'est d'ailleurs ce que confirment les documents historiques. « Les anciens plans, les comptes rendus de chasses, les noms de plusieurs routes, les souvenirs des vieux habitués, tout prouve que la forêt de Fontainebleau était jadis plus humide et que les mares y étaient plus nombreuses. » Ainsi s'exprime F. Herbet dans son *Dictionnaire de la Forêt* (*121*). De fait, si l'on consulte les anciens textes ou cartes, on constate la disparition d'un certain nombre de mares. Ainsi, il ne reste plus trace de plusieurs mares qui se trouvent indiquées sur les plans forestiers de 1750, 1773, 1796 (1) : mares des Pressoirs auprès des rochers Avon (2), mare de la Basse-Pommeraye, mares de Vallée

(1) Plans manuscrits déposés à l'Administration des Eaux et Forêts, à Fontainebleau.

(2) Encore indiquée sur les plans cadastraux.

sèche entre les monts Girard et le Fourneau David. Les mares au Bateau, des rochers Boulins, de la Combe, de la vallée Jauberton, des ventes Cumier, des Vieux-Rayons, connues au XVIIIe siècle, n'existent plus aujourd'hui. On a vu que la mare aux Évées avait considérablement diminué de surface depuis cent ans. La mare aux Fées, désignée sous le nom de Grande Mare sur les anciennes cartes, occupait visiblement une surface beaucoup plus grande qu'aujourd'hui. L'inspection du cadastre révèle l'existence passée de plusieurs mares qui n'ont pas laissé de traces.

Si les processus évolutifs étaient toujours aussi intenses qu'on l'observe parfois, il n'y aurait plus aujourd'hui que des associations climatiques, et toutes les mares auraient disparu. Mais l'évolution ne se fait pas sans à-coups. Il se réalise de temps à autre des paliers d'équilibre, instables il est vrai, mais qui peuvent durer longtemps. Pendant les cycles d'années humides, la végétation aquatique persiste, et l'évolution est retardée ; mais, de toute manière, la sédimentation fait son œuvre, et les mares se comblent fatalement, plus ou moins vite.

On est en face de processus tellement lents et d'une évolution si contrariable par de multiples causes, qu'on pourra encore observer pendant bien longtemps la Végétation des Mares de Fontainebleau et y découvrir, en particulier, tout ce que je n'ai pas su observer dans sa vie complexe.

ÉNUMÉRATION SYSTÉMATIQUE DES ALGUES RÉCOLTÉES DANS LES MARES DE FONTAINEBLEAU

Myxophyceæ.

Coccogoneæ.

Chroococcus turgidus (Kuetz.) Næg. — Mares de Bellecroix, aux Couleuvreux, aux Fées, près le carrefour du Parc-aux-Bœufs.

Chroococcus minutus (Kuetz.) Næg. — Mare aux Pigeons (*156*) (1) !

Aphanocapsa depressa (Berk.) Rab. — Mare aux Pigeons (*156*).

Microcystis æruginosa Kuetz. [= *Clathrocystis æruginosa* (Kuetz.) Henfr.]. — Mares du mont Ussy, du mont Chauvet, de Franchard, aux Pigeons, aux Corneilles, aux Couleuvreux, du Parc-aux-Bœufs, aux Fées.

Les colonies clathrées de *Microcystis æruginosa* se fractionnent en masses isolées, non clathrées, qui se réticulent à nouveau. Sous son aspect non clathré, *Microcystis æruginosa* se confond avec le *Microcystis flos-aquæ*.

Contrairement à T. Lemmermann (*143*) et G. M. Smith (*205*), qui séparent ces espèces, nous les réunissons avec C. V. Ostenfeld (*163*), J. Virieux (*224*), A. C. J. Van Goor (*107*), W. B. Crow (*49*).

Microcystis firma (Bréb. et Lenorm.) Rabenh. — Mare aux Couleuvreux, avec *M. æruginosa*.

Cœlosphærium Kuetzingianum (Næg.). — Mares à Piat, d'Épisy.

(1) L'indication (*156*) ! signifie que R. Mirande et moi avons observé l'espèce en question.

Merismopedia glauca (Ehrenb.) Næg. — Mares aux Couleuvreux, aux Fées.

Hormogoneæ.

Oscillatoria tenuis Ag. — Mare d'Épisy.

Phormidium uncinatum Gom. — Grande mare du Parc-aux-Bœufs.

Schizothrix Mulleri Næg. — Mares de Fontainebleau (*105*), aux Fées.

Nostoc commune Vauch. — Mares de Bellecroix, aux Pigeons, aux Couleuvreux, aux Fées.

On observe souvent, à Fontainebleau, les formes de jeunesse de cette espèce, décrites par L. Geitler (*99*).

Anabæna laxa A. Br. — Mare aux Fées.

Anabæna oscillarioides Bory. — Mare aux Fées.

Nodularia spumigena Mertens. — Mare aux Pigeons (*156*).

Aulosira laxa Kirchn. — Grande mare du Parc-aux-Bœufs.

Scytonema tolypotrichoides Kuetz. — Mare aux Pigeons.

Tolypothrix lanata (Desv.) Wartm.[= *T. tenuis* (Kuetz.) Josh.)]. — Mares de Bellecroix, aux Évées, aux Fées, aux Couleuvreux, d'Épisy.

Hapalosiphon fontinalis (Ag.) Born.[= *H. pumilus* Kirchn.]. — Mares de Bellecroix, aux Pigeons, aux Fées, d'Épisy.

Stigonema ocellatum (Thur. p. pte) Borzi. — Mares du mont Ussy, de Bellecroix.

Calothrix Weberi Schmidle. — Mare aux Couleuvreux.

Flagellatæ.

Protomastiginæ.

Codonosiga botrytis (Ehrenb.) S. Kent. — Mare aux Pigeons.

Rhipidodendron Huxlei S. Kent. — Mares à Piat, aux Couleuvreux, aux Pigeons, aux Fées, du mont Aiveu.

Rhipidodendron splendidum Stein. — Mares aux Pigeons (*156*), du mont Ussy, aux Biches, aux Couleuvreux.

Dendromonas virgaria (Weisse) Stein. — Mare aux Pigeons (*156*).

Chrysomonadinæ.

Chromulina Rosanoffii Bütsch. (= *Chromophyton Rosanoffii* Woron.). — Mares du Touring-Club, à Beauge, du mont Chauvet, aux Corneilles, dans la fontaine d'Épisy.

Cette curieuse espèce, sciaphile, recouvre les eaux d'une pellicule irisée, brune, qui réfléchit la lumière. La réflexion se fait sur les chromatophores bruns des kystes flottants.

Chromulina Woroniniana Fisch. — Mont Aiveu.

Mallomonas acaroides Perty. — Mares de Bellecroix, aux Pigeons.

Espèce très variable.

Mallomonas producta Iwan. — Mare à Piat.

Syncrypta Volvox Ehrenb. — Mare du mont Ussy.

Synura Uvella Ehrenb. — Mares aux Évées, à Piat, aux Couleuvreux, aux Pigeons (*156*) !, aux Fées, grande mare du Parc-aux-Bœufs.

Dinobryon cylindricum Imhof et var. divergens (Imhof) Lemm. (= *Dinobryon divergens* Imhof). — Mares du Cassepot, à Piat, aux Pigeons, d'Épisy.

Dinobryon tabellariæ Pascher (= *Dinobryon utriculus* var *tabellariæ* Lemmer). — Mares du mont Ussy, aux Fées, aux Couleuvreux, du carrefour d'Achères.

Cette espèce, planctonte passif sur *Tabellaria*, se trouve fixée à Fontainebleau sur des filaments de *Mougeotia*.

Dinobryon marchicum Lemm. — Petite mare à Beauge, comme planctonte passif sur des soies de *Bulbochæte*.

Dinobryon sociale Ehrenb. — Mares à Piat, aux Pigeons, aux Couleuvreux, aux Fées.

Chrysostephanosphæra globulifera Scherf. — Mares du mont Ussy, à Piat, de Bellecroix, aux Couleuvreux.

Cryptomonadineæ.

Cryptomonas compressa Pasch. — Mares du mont Aiveu.

Cryptomonas nasuta Pasch. — Mares du mont Aiveu.

Euglininæ.

Euglena acutissima Lem. — Mares à Piat, aux Pigeons, de Franchard, d'Épisy.

Euglena oblonga Schmitz. — Mares du mont Aiveu.

Euglena oxyuris Schmarda. — Mares aux Couleuvreux, aux Pigeons.

Euglena spirogyra Ehrenb., var. *abrupte acuminata* Lemm. — Mare aux Évées.

Lepocinclis Steinii Lemm. — Mares aux Fées, aux Pigeons.

Phacus longicauda (Ehrenb.) Duj., var. *torta* Lemm. — Mares à Piat, aux Pigeons (*156*)!, aux Couleuvreux, aux Fées.

Phacus hispidula (Eichw.) Lemm. — Mare aux Pigeons (*156*).

Phacus Pleuronectes (O. F. M.) Duj. — Mares à Piat, de Bellecroix, du mont Ussy, aux Pigeons (*156*)!, aux Couleuvreux, aux Fées, d'Épisy, aux Évées, petite mare à Beauge.

Phacus pyrum (Ehrenb.) Stein. — Mare à Piat.

Phacus suecica Lemm. — Mare à Piat.

Trachelomonas euchlora (Ehrenb.) Lemm. — Mare aux Fées.

Trachelomonas pulcherrima Playf. — Mares à Piat, aux Couleuvreux.

Trachelomonas hispida (Perty) Stein. — Mares aux Pigeons, aux Couleuvreux.

Trachelomonas rugulosa Stein. — Mare à Piat.

Trachelomonas volvocina Ehrenb. — Mares à Piat, de Bellecroix, du Cassepot, aux Fées, aux Pigeons, petite mare à Beauge.

La forme trouvée, *inter Sphagnos*, aux Couleuvreux, est nettement intermédiaire entre *Trachelomonas volvocina typica* et *T. cervicula* Stokes. A la suite de G. I. Playfair (*184*), nous réunissons ces deux espèces.

Peranema trichophorum (Ehrenb.) Stein. — Mare aux Pigeons (*156*).

Eutreptia viridis Perty.

Menoidium incurvum Fres. — Très abondante dans les Sphaignes, à la mare aux Couleuvreux.

Dinoflagellatæ.

Kyrtodiniaceæ.

Glenodinium cinctum Ehrenb. — Mare aux Pigeons (*156*).

Glenodinium uliginosum Schill. — Mares aux Pigeons, aux Biches.

Glenodinium pulvisculus Ehrenb.—Mare aux Pigeons (*156*).

Gymnodinium viride Penard. — Mare aux Pigeons (*156*).

Cystodinium Steinii Klebs. — Mare aux Pigeons, petite mare à Beauge.

Krossodiniaceæ.

Peridinium bipes Stein. — Mares à Piat, de Bellecroix, du mont Chauvet, aux Couleuvreux, d'Épisy, du Parc-aux-Bœufs, aux Fées.

Peridinium cinctum Penard. — Mares du mont Ussy, aux Couleuvreux, aux Pigeons (*156*), aux Fées, d'Épisy.

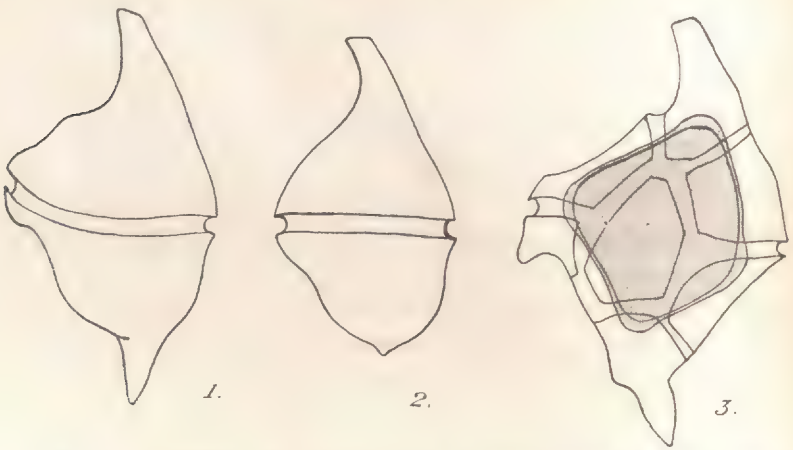


Fig. 14. — *Ceratium cornutum* (Ehr.) Clap. et Lachm. 1 et 2, formes d'hiver à cornes antapicales réduites ; 3, individu normal en voie d'enkystement.

Peridinium læve Huitf. Kaas var. *minor* nob. — Mare aux Fées.

Cleisto-Peridinium, très rare, à épivalve portant cinq plaques apicales. La variété diffère du type par ses dimensions plus

courtes ; type : longueur 52 μ, largeur 44 μ ; variété *minor* : longueur 35 μ, largeur 30 μ.

Peridinium pusillum Lemm. — Mare à Piat.

Peridinium umbonatum Stein. — Mares aux Fées, aux Pigeons.

Ceratium cornutum (Ehr.) Clap. et Lachm. — Mares aux Évées, d'Épisy, aux Fées.

On observe, dans la mare d'Épisy, des morphoses saisonnières de cette espèce.

En automne, production de kystes.

En hiver, formes à zéro à une corne antapicale, probablement issues des kystes. [Comparer avec les variations analogues observées en Pologne par J. Woloszynska (*237*)].

En été, formes typiques à deux cornes antapicales.

Ceratium hirundinella O. Fr. M. — Mare à Piat.

Cette espèce, excessivement polymorphe, se présente à Fontainebleau sous une forme à trois cornes (une apicale + deux antapicales) qui peut se ranger dans la variété *carinthiacum* (Guyer, *118*). La réduction des cornes paraît être en corrélation avec la variation saisonnière de viscosité de l'eau [quatre cornes en été, trois au printemps et en hiver (Woloszynska, *237*)] ou en rapport avec des circonstances locales encore obscures.

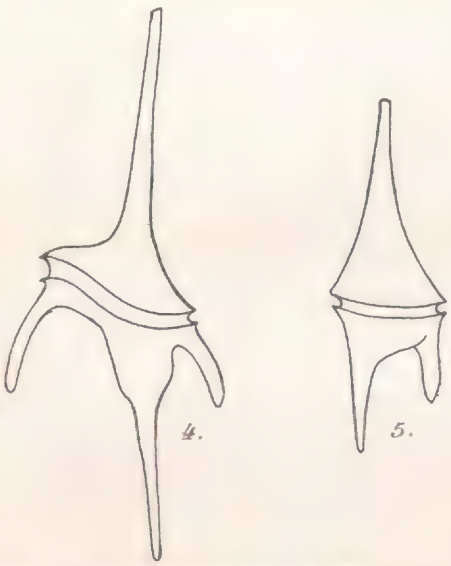


Fig. 15. — *Ceratium hirundinella* O. Fr. M. 4, forma *robustum* (Amb.), lac d'Aydat (Puy-de-Dôme). 5 cf. forma *Carinthiacum* (Zederb.), mare à Piat.

Diatomaceæ.

Centricæ.

Melosira varians Ag. — Mare aux Pigeons (*156*).

Pennatæ.

Tabellaria fenestrata Kuetz. — Mares à Piat, aux Fées.

Tabellaria flocculosa Kuetz. — Mares à Piat, du mont Ussy, aux Pigeons (*156*)!, aux Couleuvreux.

Fragilaria virescens Ralfs. — Mare aux Pigeons (*156*).

Synedra acus Kuetz. — Mare d'Épisy.

Synedra radians Kuetz. — Mare d'Épisy.

Synedra delicatissima W. Sm. — Mare aux Fées.

Synedra longissima W. Sm. — Mare d'Épisy.

Eunotia uncinata Ehrenb. — Mares de Bellecroix (*175*)

Eunotia lunaris Grun. — Mare aux Couleuvreux var. *genuina* Meister. Grande mare du Parc-aux-Bœufs, Bellecroix.

Eunotia pectinalis Kuetz. — Mares d'Épisy, aux Pigeons.

Cocconeis Placentula Ehrenb. — Mare d'Épisy.

Frustulia saxonica Rabenh. — Mares aux Couleuvreux du Cassepot.

Frustulia vulgaris Cl. — Mare aux Pigeons.

Amphipleura pellucida Kuetz. — Mare d'Épisy.

Stauroneis anceps Ehrenb. — Mares à Piat, aux Couleuvreux.

Stauroneis Phœnicenteron Ehrenb. — Mares d'Épisy, du mont Chauvet, du Carrefour d'Achères.

Navicula radiosa Kuetz. — Mares aux Fées, d'Épisy.

Pinnularia dactylus Ehrenb. — Mares de Bellecroix (*175*).

Pinnularia major Rabenh. — Mares au Couleuvreux, aux Fées, de Bellecroix (*175*); var. *lacustris* Meister: mare à Piat.

Pinnularia nobilis Ehrenb. — Mares de Bellecroix (*175*).

Pinnularia Brebissonii Rabenh. — Mares de Bellecroix (*175*).

Pinnularia borealis Ehrenb. — Mares de Bellecroix (*175*).

Pinnularia subcapitata Greg. — Mares à Piat, aux Couleuvreux, aux Fées.

Pinnularia Tabellaria Ehrenb. var. *Wolfensbergeri* Meist. — Mares aux Couleuvreux, aux Pigeons, grande mare du Parc-aux-Bœufs.

Pinnularia viridis Ehrenb. — Mares à Piat, aux Couleuvreux, aux Fées, aux Pigeons, au Cassepot, aux Bœufs, de Bellecroix.

Gomphonema acuminatum Ehrenb., var. *coronatum* Grun. — Mares aux Fées, aux Évées, d'Épisy.

Gomphonema constrictum Ehrenb. — Mont Chauvet.

Cymbella maculata Kuetz. — Mare aux Fées.

Epithemia turgida Kuetz. — Mare d'Épisy.

Epithemia zebra Kuetz. — Mares aux Fées, d'Épisy.

Chlorophyceæ.

Isocontæ.

Volvocales.

Sphærella lacustris (Girod.) Wittr. [= *Hematococcus lacustris* (Girod.) Rost. = *Hematococcus pluvialis* Flotow.]. — Petites cuvettes dans les grès des rochers Mastodonte, près le Calvaire.

Stephanosphæra pluvialis Cohn. — En mélange avec la précédente, au même endroit.

Volvox globator (L.) Ehrenb. — Avec le suivant.

Les exemplaires de *Volvox globator* et *Volvox minor*, qui ont servi à P. Janet pour écrire sa Monographie, provenaient des mares de Fontainebleau (*130*).

Volvox minor Stein. (= *Volvox aureus* Ehrenb.). — Mares de Bellecroix, à Piat, aux Couleuvreux, aux Fées, du Parc-aux-Bœufs, du mont Chauvet, d'Épisy.

Chlamydomonas de Baryana Gorosch. — Mare aux Couleuvreux.

Chlamydomonas Ehrenbergii Gorosch. — Mare à Piat.

Pandorina Morum (Müll.) Bory. — Mares à Piat, aux Fées, aux Couleuvreux, aux Pigeons (*156*)!, petite mare à Beauge.

Eudorina elegans Ehrenb. — Mares à Piat, aux Évées, aux Pigeons (*156*)!, aux Couleuvreux, du Parc-aux-Bœufs, aux Fées, d'Épisy.

Tetrasporales.

Asterococcus superbus Scherffel. — Mares de Bellecroix, à Piat, aux Pigeons, aux Couleuvreux, aux Fées, aux Biches, d'Épisy.

Gleocystis ampla Kuetz. [= *Gleocystis gigas* (Kuetz) Lagerh.]. — Mares à Piat, de Bellecroix, aux Pigeons, aux Couleuvreux, aux Fées.

Palmodictyon varium (Næg.) Lemm. — Mares aux Couleuvreux.

Sphærocystis Schrœteri Chodat [= *Gleococcus Schrœteri* (Chod.) Lemm.]. — Mare aux Pigeons.

Schizochlamys gelatinosa A. Br. — Mares aux Pigeons, aux Couleuvreux.

Apiocystis Brauniana Næg. — Mares aux Couleuvreux, aux Fées, d'Épisy.

Protococcales.

Chlorochytrium Lemnæ Cohn. — Mares de Bellecroix.

Un *Chlorochytrium* se trouve, à Bellecroix, entre les cellules hyalines et les cellules chlorophylliennes des feuilles de *Sphagnum cuspidatum*. Il s'agit probablement du *Chlorochytrium*

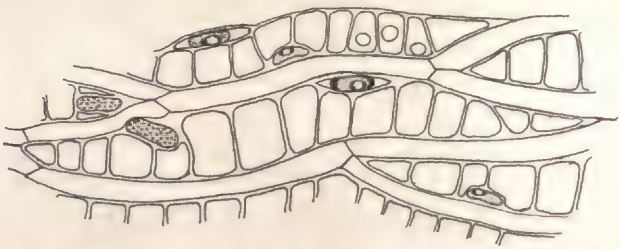


Fig. 16. — *Chlorochytrium Lemnæ* entre les cellules chlorophyliennes et les cellules aquifères d'une feuille de *Sphagnum*.

Archerianum Hieron., que M. Bristol a réuni au *Chlorochytrium Lemnæ* dans sa récente monographie (*24*).

Characium Hookeri (Reinsch.) Hansg. — Sur *Cyclops*, dans la mare aux Pigeons.

Characium epipyxis Herm. — Mare aux Pigeons (*156*).

Actidesmium Hookeri Reinsch. — Mares aux Fées, de Bellecroix.

Pediastrum angulosum (Ehrenb.) Menegh., var. *araneosum* Racibor. — Mare aux Fées.

Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh. — Mare aux

Pigeons (*156*), var. *genuinum* Kirchn. — Mares à Piat, aux Fées ; — var. *rugulosum* G. S. West. : mares à Piat, aux Pigeons, aux Fées ; — var. *granulatum* (Kuetz.) A. Br. : mare aux Fées.

Pediastrum duplex Meyen var. *clathratum* A. Br. — Mares à Piat, de Franchard, du mont Chauvet ; — var. *subgranulatum* Racib. : mont Chauvet ; — var. *reticulatum* Lagerh. : mare de Franchard.

Pediastrum Tetras (Ehrenb.) Ralfs. — Mares à Piat, aux Couleuvreux, aux Fées.

Eremosphæra viridis de Bary. — Mares aux Couleuvreux, aux Fées, d'Épisy, de Bellecroix.

Chlorella vulgaris Beyer. — Mare à Piat.

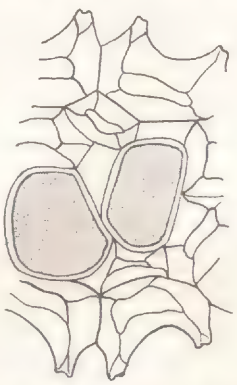


Fig. 17. — *Pediastrum angulosum* (Ehrenb.) Menegh. *araneosum*. Racib. — Développement des aplanospores.

Westella botryoides (W. West) Schmidle. — Mare du mont Aiveu, mare de Franchard.

Oocystis elliptica West. (= *O. Nægelii* A. Br.). — Mare aux Fées.

Oocystis gigas Archer. — Mare aux Pigeons.

Oocystis Novæ Semliæ Wille. — Mares aux Pigeons, aux Fées.

Oocystis solitaria Wittr. — Mare aux Pigeons.

Nephrocytium closterioides Bohl. — Mares aux Pigeons, aux Couleuvreux.

Tetraedron caudatum (Corda) Hansg. — Mare à Piat.

Tetraedron curvatum (W. West) Wille. — Mare aux Couleuvreux.

Tetraedron gracile (Reinsch.) Hansg. — Mare à Piat.

Tetraedron enorme (Ralfs.) Hansg. — Mare de Franchard (*175*). Sub. nom. *Staurastrum enorme* Ralfs.

Tetraedron lobulatum (Næg.) Hansg. — Mares aux Pigeons, à Piat, du mont Ussy, aux Fées, aux Couleuvreux.

Tetraedron minimum (A. Br.) Hansg. — Mare à Piat.

Tetraedron regulare Kuetz. — Mare à Piat.

Tetraedron trigonum (Næg.) Hansg. — Mares à Piat, d'Épisy.

Tetraedron tumidulum (Reinsch.) Hansg. — Mare à Piat.

Scenedesmus abundans (Kirchn.) Chod. — Mares à Piat, aux Fées, de Franchard.

Scenedesmus acuminatus (Lag.) Chodat. — Mare aux Pigeons.

Scenedesmus bijugatus (Turp.) Kuetz. — Mares à Piat, aux Pigeons.

Scenedesmus dimorphus (Turp.) Kuetz. — Avec la suivante.

Scenedesmus obliquus (Turp.) Kuetz. — Mares à Piat, aux Pigeons (*156*) ! aux Couleuvreux, de Franchard.

Scenedesmus brasiliensis Bohl. — Mares aux Fées, aux Pigeons.

Correspond aux exemplaires provenant de Rambouillet et figurés par G. Deflandre (*56 bis*).

Scenedesmus longus Mey., var. *Nægelii* (Bréb.) G. M. Smith. — Mare aux Fées.

Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb. — Mares à Piat, aux Pigeons (*156*) !, aux Couleuvreux, aux Fées, d'Épisy, de Franchard.

Crucigenia Tetrapedia (Kirchn.) W. et G. S. West. — Mare à Piat.

Crucigenia rectangularis (A. Br.) Gay. — Mares aux Couleuvreux, aux Pigeons.

Kirchneriella lunaris (Kirchn.) Mœb. — Mares à Piat, aux Couleuvreux, aux Fées, de Franchard.

Selenastrum gracile Reinsch. — Mares aux Couleuvreux, aux Fées, de Franchard.

Selenastrum Bibraianum Reinsch. — Mare de Franchard.

Tetrallantos Lagerheimi Teil. — Cette espèce rare est tout à fait comparable à la figure et la description qu'en donne G. I. Playfair (*187*).

Le contenu de chaque partie des cœnobes mûrs se divise en quatre cellules, qui se disposent d'une manière très particulière. Deux cellules se placent vis-à-vis et perpendiculairement par rapport aux deux autres et également orientées face à face. Chaque cellule se divise alors deux fois, et deux cœnobes sont reconstitués.

Dictyosphærium Ehrenbergianum Næg. — Mares à Piat, aux Pigeons, aux Couleuvreux, aux Fées.

Dictyosphærium pulchellum Wood. — Mares aux Biches, aux Pigeons.

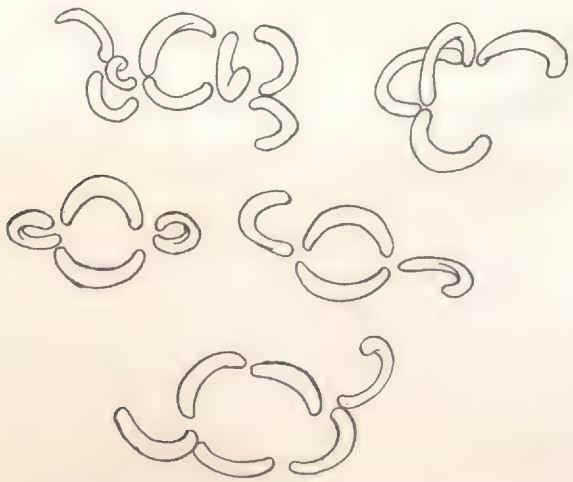


Fig. 18. — *Tetrallantos Lagerheimi* Teil.

Dimorphococcus lunatus A. Br. — Mares aux Couleuverux, aux Pigeons, aux Fées, d'Épisy.

Ankistrodesmus Braunii (Næg.) Brunnth. — Mare aux Pigeons (*156*).

Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs. — Mares à Beauge, à Piat, aux Couleuvreux, du mont Ussy, de Franchard, d'Épisy, aux Pigeons (*156*) !

Ankistrodesmus spiralis (Turn.) Lemm. — Petite mare à Beauge, mare du carrefour d'Achères.

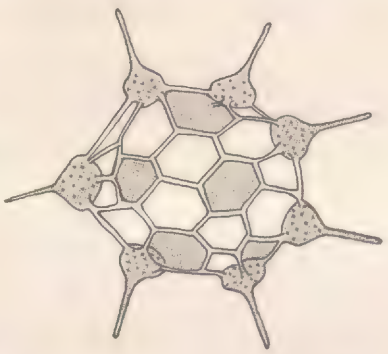


Fig. 19. — *Cœlastrum Chodati* Ducel.

Cœlastrum cambricum Arch. — Mare aux Pigeons.

Cœlastrum microporum Næg. — Mare aux Pigeons (*156*).

Cœlastrum Chodati Ducel. — Mare aux Couleuvreux.

J'ai retrouvé à Fontainebleau ce curieux *Cœlastrum* qui n'est connu que des étangs de Lens-Montana, dans le Valais (*69*).

Cœlastrum proboscideum Bohl. — Mare aux Couleuvreux.

Ulothricales.

Binuclearia tatrana Wittr. — Mare aux Pigeons.

Geminella interrupta Turp. — Mare aux Fées.

Geminella mutabilis (Næg.) Wille. — Mare aux Couleuvreux.

Ulothrix moniliformis Kuetz. — Mare aux Biches.

Ulothrix tenerrima Kuetz. — Mare aux Couleuvreux.

Ulothrix variabilis Kuetz. — Mares aux Couleuvreux, aux Fées.

Hormidium subtile (Kuetz.) Heer. — Mares du mont Aiveu, aux Fées, aux Couleuvreux, de Bellecroix, du Parc-aux-Bœufs.

Microspora amœna (Kuetz.) Rabenh. — Mares aux Fées, d'Épisy.

Microspora flocculosa (Vauch.) Thur. — Mare aux Couleuvreux.

Stigeoclonium tenue Kuetz. — Mares aux Fées, aux Pigeons.

Chætophora elegans (Roth.) Ag. — Mares aux Couleuvreux, du Parc-aux-Bœufs.

Microthamnion strictissimum Rabenh. — Mares à Piat, de Bellecroix, aux Fées, aux Pigeons, aux Couleuvreux, aux Corneilles, du Parc-aux-Bœufs, du Carrefour d'Achères.

Aphanochæte repens A. Br. — Mares à Piat, aux Fées.

Coleochæte orbicularis Pringsh. — Mare d'Épisy.

Coleochæte scutata Bréb. — Mares à Piat, aux Couleuvreux, aux Fées.

Stephanocontæ.

Œdogoniales.

Œdogonium Areschougii Wittr. — Mare aux Pigeons.

Œdogonium Braunii Kuetz. — Mare aux Fées.

Œdogonium capitellatum Wittr. — Mares aux Pigeons, petite mare à Beauge.

Œdogonium cymatosporum Wittr. et Nordst. — Mare à Piat.

Œdogonium Itzigsohnii de Bary. — Mares aux Couleuvreux aux Pigeons.

Œdogonium punctatostriatum de Bary. — Mares aux Pigeons.

Œdogonium Rothii (Le Cl.) Pringsh. — Mare aux Fées.

Œdogonium suecicum Wittr. — Mares aux Couleuvreux, aux Pigeons.

Bulbochæte insignis Pringsh. — Mare à Piat.

Bulbochæte mirabilis Wittr. — Mare d'Épisy.

Bulbochæte Nordstedtii Pigeons. — Mare aux Pigeons.

Bulbochæte obliqua Lund. — Mare à Piat.

Bulbochæte varians Wittr. β-*subsimplex* (Wittr.) Hirn. — Mare à Piat.

Acontæ = Conjugatæ.

Zygnemaceæ.

Mougeotia elegantula Wittr. — Mare à Piat.

Mougeotia nummuloides Hass. — Mares aux Couleuvreux, aux Pigeons.

Mougeotia scalaris Hass. — Mare aux Fées.

Mougeotia viride (Kuetz.) de Bary. — Mare aux Couleuvreux.

Mougeotia notabilis Hass (= *Gonatonema notabile* (Hass.) Wittr. — Mare aux Fées.

Dans la majorité des *Mougeotia*, la reproduction se fait par zygospores exclusivement ; chez *Mougeotia calcarea* (Cleve) Wittr., elle se fait par zygospores et aplanospores ; enfin, dans quelques espèces (*Gonatonema*), les zygospores sont inconnues et la reproduction se fait par aplanospores seulement. Ces dernières résultent de la contraction du protoplasma dans une cellule qui se distend d'une manière irrégulière sur chaque face, formant une sorte de genou. Le *Mougeotia notabilis*, espèce très rare, est aisément reconnaissable à ses aplanospores subcylindriques, vus de face, et

présentant une face concave et l'autre convexe lorsqu'on les examine de côté.

Zygnema ericetorum (Kuetz.) Hansg. — Mares aux Pigeons, de Bellecroix.

Zygnema leiospermum de Bary. — Mare aux Pigeons.

Zygnema pectinatum (Vauch.) Ag. — Mare aux Fées.

Les *Zygnema* (section *Zygogonium* Kuetz.), avec leur membrane ferme, très souvent pluristrate, à chloroplaste bourré de grains amylacés, indistinct, diffèrent des *Euzygnema* chez

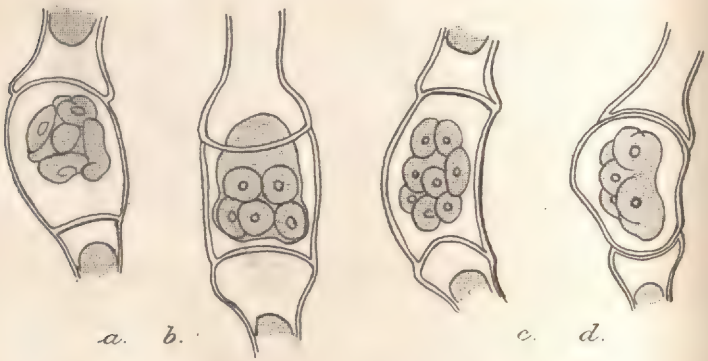


Fig. 20. — *Mougeotia* (*Gonatonema*) *notabilis* Hass. Geniculation du filament au niveau des aplanospores. — *a*, *b*, vue de face ; *c*, *d*, de profil.

lesquels la membrane cellulaire est mince, pas distinctement stratifiée et le chloroplaste très visible (*218*).

L'exemplaire que j'ai sous les yeux montre la fragilité de cette distinction. L'épaississement de la membrane mucilagineuse et la netteté du chloroplaste sont directement en rapport avec les conditions de vie. A l'état végétatif, la membrane est mince, les cellules plus grandes, le chloroplaste net et les réserves peu abondantes (fig. 18). A l'état de vie ralentie, les téguments s'épaississent, le protoplasme se charge de grains d'amidon et le filament peut se transformer en une chaîne d'akinètes susceptibles de se séparer, comme l'a observé F. E. Fritsch.

Zygnema Ralfsii (Hass.) de Bary. — Mare aux Couleuvreux.

Spirogyra gallica Petit. — Mare du mont Chauvet.

Spirogyra inflata (Vauch.) Rab. — Mares de Bellecroix (*173*, *177*), du carrefour d'Achères.

Spirogyra majuscula Kuetz. — Mares à Piat, à Beauge, aux Évées, aux Fées.

Spirogyra maxima (Hass.) Wittr. — Mare aux Fées.

Spirogyra mirabilis (Hass.). — Mare aux Couleuvreux.

Spirogyra nitida (Dillw.) Link. — Mares de Fontainebleau s. l. (*173*, *177*), aux Fées.

La présence de crampons cellulaires dans les Conjuguées est un fait général, bien que rare (*18*, *63*, *110*). A.P. Dangeard (*53*) pense que les Conjuguées ont dû se reproduire par zoospores, d'où explication (?) de l'existence de crampons. De Wildeman (*235*) considère ces crampons comme un moyen de fixer l'espèce lorsqu'elle se développe dans les eaux courantes.

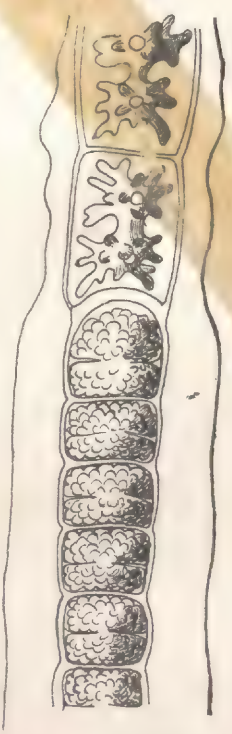


Fig. 21. — *Zygnema pectinatum* (Vauch.) Ag.

J'ai observé, en milieu tout à fait stagnant, la présence de crampons chez *S. nitida*. Ces derniers ne sont ni en rapport avec un état ancestral, ni en rapport avec une utilité quelconque de l'espèce, mais résultent ou d'un phénomène d'haptotactisme ou de troubles nutritifs.

Z. Woyiciki a pu déranger expérimentalement l'ordre normal des processus morphogènes en soumettant diverses Conjuguées à l'action du gaz d'éclairage. Il se produit des crampons tout à fait analogues à ceux que l'on observe dans la nature, dans certains individus pathologiques [Voir aussi *63*, *128*].

Spirogyra punctata Cleve. — Mares de Franchard (Petit, *173*, *177*).

Spirogyra quadrata (Hass.) Petit. — Mares de Franchard (*173*, *177*), du carrefour d'Achères.

Spirogyra tenuissima (Hass.) Kuetz. — Mares de Fontainebleau (*173*, *177*), aux Fées, du Parc-aux-Bœufs, aux Biches, du carrefour d'Achères, de Bellecroix, d'Épisy.

Desmidiaceæ (*59*).

Sacodermæ.

Gonatozygon Brebissonii de Bary. — Mares aux Fées, à Piat, aux Couleuvreux.

Mesotænium Endlicherianum Næg. — Mare aux Couleuvreux.

Cylindrocystis Brebissonii Menegh. — Mares du mont Ussy, de Bellecroix, aux Pigeons, aux Couleuvreux.

Netrium Digitus (Ehrenb.) Itzigs. et Rothe. — Mares du mont Ussy, aux Pigeons, aux Couleuvreux, aux Fées, à Piat.

Netrium interruptum (Bréb.) Lutkem. — Mare aux Couleuvreux, aux Pigeons (*156*).

Netrium Nægelii (Bréb.) W. et G. S. West. — Mares de Franchard (*174*).

Placodermæ.

Penium cucurbitinum Biss. — Mares du Parc-aux-Bœufs (près le carrefour).

Closterium acutum (Lyngb.) Bréb. — Mares aux Fées, aux Pigeons, du mont Ussy.

Closterium Archerianum Cleve. — Mare aux Couleuvreux.

Closterium Cornu Ehrenb. — Mare aux Pigeons (*156*).

Closterium costatum Corda. — Mares aux Pigeons, aux Couleuvreux.

Closterium Dianæ Ehrenb. — Mares aux Pigeons (*156*), aux Fées, aux Couleuvreux.

Closterium didymotocum Corda. — Mares aux Pigeons, aux Couleuvreux, aux Fées.

Closterium Ehrenbergii Menegh. — Mares d'Épisy, aux Fées.

Closterium gracile Bréb. — Mares du mont Ussy, aux Pigeons, aux Couleuvreux, aux Fées, d'Épisy, petite mare à Beauge.

Closterium incurvum Bréb. — Mare aux Pigeons.

Closterium intermedium Ralfs. — Mare aux Pigeons.

Closterium Jenneri Ralfs. — Mare aux Pigeons (*156*); var. *robustum* G. S. West. : mare aux Fées.

Closterium Kützingii Bréb. — Mares du mont Ussy, aux Couleuvreux, aux Fées, aux Évées.

Closterium lineatum Ehrenb. — Mare aux Pigeons (*156*).

Closterium lanceolatum Kuetz. — Mares aux Pigeons, aux Couleuvreux.

Closterium Leibleinii Kuetz. — Mares aux Fées, d'Épisy, aux Couleuvreux, du mont Chauvet.

Closterium Lunula (Müll.) Nitzsch. — Mares aux Couleuvreux, aux Pigeons, de Bellecroix.

Closterium parvulum Næg. — Mares de Franchard, aux Couleuvreux.

Closterium peracerosum Gay var. *elegans* G. S. West. — Mare aux Couleuvreux.

Closterium pronum Bréb. — Mare d'Épisy.

Closterium Ralfsii Bréb. var. *hybridum* Rabenh. — Mare aux Couleuvreux.

Closterium rostratum Ehrenb. — Mares à Piat, du carrefour d'Achères, grande mare du Parc-aux-Bœufs.

J'ai observé les zygospores de cette espèce, comparables à l'excellente figure de A. de Bary (*11*).

Closterium setaceum Ehrenb. — Mare aux Pigeons (*156*) !

Closterium striolatum Ehrenb. — Mares aux Pigeons (*156*) ! aux Couleuvreux, du mont Ussy.

Closterium subtile Bréb. — Mares de Franchard (*174*).

Cette espèce doit être exclue des *Closterium* (*233*). Elle appartient au genre *Ankistrodesmus* (Protococcales).

Closterium subulatum (Kuetz.) Bréb. — Mare aux Fées.

Closterium Venus Kuetz. — Mares aux Couleuvreux, aux Fées, d'Épisy.

Docidium Baculum Bréb. — Mare de Franchard (*174*, *156*).

Pleurotænium coronatum (Bréb.) Rabenh. — Mare aux Fées.

Pleurotænium Ehrenbergii (Bréb.) de Bary. — Mares aux Pigeons, aux Fées, d'Épisy, aux Couleuvreux.

Pleurotænium truncatum (Bréb.) Næg. — Mare de Bellecroix.

Tetmemorus Brebissonii (Menegh.) Ralfs. — Mares de Franchard (*174*).

Tetmemorus granulatus (Bréb.) Ralfs. — Mares de Franchard (*174*), aux Pigeons, aux Couleuvreux, aux Fées, d'Épisy, du Cassepot, à Piat, grande mare du Parc-aux-Bœufs.

Euastrum affine Ralfs. — Mares de Franchard (*174*).

Euastrum ansatum Ralfs. — Mares de Franchard (*174*), aux Pigeons, aux Couleuvreux.

Euastrum binale (Turp.) Ehrenb. — Mares de Franchard (*174*), aux Pigeons (*156*) ! — forma *Gutwinskii* Schmid : Mares aux Couleuvreux, aux Pigeons, du Cassepot.

Euastrum denticulatum (Kirchn.) Gay. — Mare aux Pigeons.

Euastrum elegans (Bréb.) Kuetz. — Mares de Franchard (*174*), aux Couleuvreux, aux Pigeons (*156*), de Bellecroix, aux Fées.

Euastrum oblongum (Grev.) Ralfs. — Sur le *Sphagnum* : Franchard (*174*), mares aux Couleuvreux, aux Pigeons (*156*) ! du Parc-aux-Bœufs (près le carrefour).

Euastrum dubium Næg. — Mares de Bellecroix (*174*).

Euastrum pectinatum Bréb. — Sur le *Sphagnum* : Franchard (*174*), mares aux Couleuvreux, aux Pigeons (*156*) ! de Bellecroix.

Euastrum verrucosum Ehrenb. — Sur le *Sphagnum* : Franchard (*174*), mare aux Couleuvreux.

Micrasterias apiculata (Ehrenb.) Hens var. *fimbriata* (Ralfs.) Nordst. — Mare aux Pigeons (*156*).

Micrasterias Crux-melitensis (Ehr.) Hass. — Mares aux Évées, aux Couleuvreux, aux Fées, du mont Ussy, grande mare du Parc-aux-Bœufs.

Micrasterias denticulata Bréb. var. *notata* Nordst. — Mare aux Pigeons.

Micrasterias papillifera Bréb. var. *glabra* Nordst. — Mares aux Couleuvreux, aux Fées.

Micrasterias rotata (Grév.) Ralfs. — Mares aux Couleuvreux, aux Fées, aux Pigeons (*156*) !, de Franchard (*174*), sub. nom. *M. Furcatæ* Ag.

Micrasterias truncata (Corda) Bréb. — Mares de Franchard

(*174*), aux Couleuvreux, aux Fées, aux Pigeons, de Bellecroix, d'Épisy.

Cosmarium amœnum Bréb. — Franchard (*174*), mares à Piat, du mont Aiveu, aux Couleuvreux, aux Pigeons, aux Fées.

Cosmarium Botrytis Menegh. — Mares aux Pigeons (*156*), aux Fées, d'Épisy.

Cosmarium connatum Bréb. — Mares aux Couleuvreux, aux Fées.

Cosmarium Brebissonii Menegh. — Mare aux Pigeons (*156*).

Cosmarium conspersum Ralfs. — Mares aux Fées, aux Couleuvreux.

Cosmarium Cucumis (Corda) Ralfs. — Mares de Franchard (*174*).

Cosmarium Cucurbita Bréb. — Mares aux Couleuvreux.

Cosmarium humile (Gay) Nordst. — Mares aux Pigeons, aux Fées.

Cosmarium margaritiferum Menegh. — Mares aux Couleuvreux, aux Fées, d'Épisy, aux Pigeons.

Cosmarium Meneghinii Bréb. — Mare aux Pigeons (*156*).

Cosmarium moniliforme (Turp.) Ralfs. — Mare aux Pigeons.

Cosmarium obliquum Nordst. — Mare du mont Ussy.

Cosmarium ornatum Ralfs. — Mares de Franchard (*174*), aux Pigeons.

Cosmarium pachydermum Lund. — Mare aux Fées.

Cosmarium Phaseolus Bréb. — Mares de Franchard (*174*).

Cosmarium plicatum Reinsch. — Mare aux Fées.

Cosmarium pseudoconnatum Nordst. — Mares aux Couleuvreux, aux Fées.

Cosmarium punctulatum Bréb. — Mare aux Pigeons (*156*).

Cosmarium venustum (Breb.) Arch. — Mares de Franchard (*174*).

Cosmarium pygmæum Arch. — Mares aux Couleuvreux, aux Pigeons.

Cosmarium pyramidatum Bréb. — Franchard (*174*), mares aux Couleuvreux, aux Pigeons.

Cosmarium quadratum Ralfs. — Mares de Franchard (*174*), aux Fées, de Bellecroix.

Cosmarium Quadrum Lund. — Mares à Piat, aux Couleuvreux.

Cosmarium reniforme (Ralfs) Arch. — Mares aux Fées, d'Épisy, de Bellecroix.

Cosmarium sphagnicolum W. et G. S. West. — Mares aux Couleuvreux, aux Pigeons.

Cosmarium subcucumis Schmidle. — Mare de Bellecroix.

Cosmarium tetraophthalmum Bréb. — Mares de Franchard (*174*), aux Fées, du mont Ussy, de Bellecroix.

Cosmarium tinctum Ralfs. — Mares de Franchard (*174*), aux Pigeons, aux Couleuvreux.

Xanthidium aculeatum Ehr. — Mares de Bellecroix.

Xanthidium antilopæum (Bréb.) Kuetz. — Mares de Franchard (*174*), à Piat, aux Couleuvreux.

Xanthidium cristatum Bréb. — Mares aux Couleuvreux.

Xanthidium fasciculatum Ehrenb. — Mares de Franchard (*174*), aux Pigeons (*156*), aux Couleuvreux, aux Fées.

Arthrodesmus convergens Ehrenb. — Mares de Franchard (*174*), aux Pigeons (*156*), à Piat, aux Couleuvreux, aux Fées, d'Épisy.

Arthrodesmus Incus (Bréb.) Hass. — Mares à Piat, aux Couleuvreux, aux Pigeons, sous la forme *isthmosa* Heimerl.

Arthrodesmus octocornis Ehrenb. —Mares à Piat, aux Couleuvreux, aux Pigeons (*156*) !

Arthrodesmus triangularis Lager. — Mares à Piat, aux Couleuvreux, aux Pigeons.

Staurastrum aculeatum (Ehrenb.) Menegh. — Mares de Franchard (*174*), aux Pigeons (*156*).

Staurastrum alternans Bréb. — Mares aux Pigeons (*156*), du mont Ussy, aux Couleuvreux, aux Fées.

Staurastrum aristiferum Ralfs. — Mares de Franchard (*174*).

Staurastrum armigerum Bréb. — Mares de Franchard (*174*).

Staurastrum Bieneanum Rabenh. — Mare à Piat.

Staurastrum brachiatum Bréb. —Mares de Franchard (*174*), à Piat, aux Couleuvreux, aux Pigeons.

Staurastrum cuspidatum Bréb. — Mares de Franchard (*174*).

Staurastrum dejectum Bréb. — Mares de Franchard (*174*),

à Piat, aux Pigeons (*156*) ! du Cassepot, aux Fées, aux Couleuvreux.

Staurastrum Dickiei Ralfs. — Mare aux Fées.

Staurastrum dilatatum Ehrenb. — Mares aux Couleuvreux, aux Pigeons, du Cassepot.

Staurastrum echinatum Bréb. — Mare de Franchard (*174*).

Staurastrum furcatum (Ehrenb.) Bréb. — Mare aux Pigeons.

Staurastrum furcigerum Bréb. — Mares à Piat, aux Couleuvreux, aux Fées, aux Pigeons.

Staurastrum gracile Ralfs. — Mares à Piat, aux Pigeons (*156*) !

? *Staurastrum gracillimum* Bréb. — Mare de Franchard (*174*).

Staurastrum granulosum (Ehrenb.) Ralfs. — Mare de Franchard (*174*).

Staurastrum inconspicuum Nordst. — Mares du Cassepot.

Staurastrum inflexum Bréb. — Mares aux Pigeons, aux Couleuvreux.

Staurastrum lunatum Ralfs. — Mares aux Fées, aux Couleuvreux.

Staurastrum mucronatum Ralfs. — Mares de Franchard.

Staurastrum muticum Bréb. — Mares de Franchard (*174*), aux Pigeons.

Staurastrum oxyacanthum Arch. — Mare aux Couleuvreux.

Staurastrum orbiculare Ralfs. — Franchard (*174*).

Staurastrum paradoxum Meyen. — Mares de Franchard (*174*), aux Fées.

Staurastrum polymorphum Bréb. — Mares de Franchard (*174*), aux Pigeons, aux Fées.

Staurastrum pungens Bréb. — Mare de Franchard (*174*).

Staurastrum punctulatum Bréb. — Mare aux Pigeons (*156*).

Staurastrum teliferum Ralfs. — Mares de Franchard (*174*), aux Pigeons (*156*) ! aux Couleuvreux, à Piat, du Cassepot.

Staurastrum tetracerum Ralfs. — Mares aux Pigeons, Piat, aux Couleuvreux.

Staurastrum tricorne (Ehrenb.) Wittr. — Mare du mont Ussy.

Staurastrum vestitum Ralfs. — Mare de Franchard (*174*).

Sphærozosma excavatum Ralfs. — Mares de Bellecroix (*174*), à Piat, aux Couleuvreux, aux Fées, aux Pigeons.

Sphærozosma vertebratum (Bréb.) Ralfs. — Mares de Franchard (*174*), aux Fées, aux Pigeons (*156*).

Onychonema filiforme (Ehrenb.) R. et B. — Mare aux Fées.

Spondylosium papillosum W. et G. S. West. — Mare aux Fées.

Spondylosium pulchellum Arch. — Mare aux Pigeons.

Spondylosium pygmæum (Cooke) West. — Mare aux Fées.

Hyalotheca dissiliens Bréb. — Mares de Franchard (*174*), à Piat, aux Couleuvreux, aux Fées, d'Épisy, aux Pigeons, de Bellecroix, du mont Ussy, grande mare du Parc-aux-Bœufs.

Hyalotheca mucosa Ralfs. — Mares aux Couleuvreux, aux Pigeons, de Bellecroix.

Desmidium cylindricum Grev. — Mares de Franchard (*174*) (sub. nom. *D. Grevillii*).

Desmidium Swartzii Ralfs. — Mares aux Fées, grande mare du Parc-aux-Bœufs, de Bellecroix, du mont Chauvet, du mont Ussy.

Gymnozyga moniliformis Ehrenb. — Mares de Franchard (*174*), de Bellecroix (*174*), aux Pigeons, aux Fées, aux Couleuvreux, d'Épisy.

Heterocontæ.

Stipitococcus urceolatus W. et G. S. West. — Sur *Sphærozosma excavatum*. — Mare aux Couleuvreux.

Stipitococcus Lauterbornii Schn. — Sur *Hyalotheca mucosa*. — Mares de Bellecroix.

Botryococcus Braunii Kuetz. — Mares à Piat, aux Couleuvreux.

Ophiocytium arbuscula (A. Br.) Rab. (= *Sciadium arbuscula* A. Br.). — Mares aux Fées, à Beauge (petite).

Ophiocytium capitatum Wolle, var. *longispinum* Lemm. (*142*). — Mare à Piat.

Ophiocytium cochleare (Eichw.) Braun. — Mares aux Corneilles, du carrefour d'Achères, aux Pigeons (*156*).

Ophiocytium majus Næg. — Mare aux Fées.

Ophiocytium parvulum (Perty) A. Br. — Mare à Piat.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Allorge (P.). — Contribution à l'étude de la flore normande (*Bull. Soc. lin. Normandie*, 7e série, t. III, 1920).

2. — Contribution à la flore des Desmidiées de France (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LXVIII, 1921).

3. — Les Associations végétales du Vexin français (*Rev. gén. Bot.*, t. XXXIII, 1921 ; t. XXXIV, 1922).

4. Allorge (P.) et Denis (M). — Sur la répartition des Desmidiées dans les tourbières du Jura (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LXVI, 1919).

5. — — Remarques sur la distribution des Algues dans la Haute-Maurienne (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LXVII, 1920).

6. — — Une excursion phytosociologique aux lacs de Biscarrosse (Landes) (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LXX, 1923).

7. Barillon d'Amoncourt (P.). — Réformation générale de la forest de Bière et des autres bois dépendans de la Maîtrise des Eaux et Forêts du Baillage de Melun établie à Fontainebleau (*Mss. Arch. Dép. Seine-et-Marne*, Melun, Livre vert B-65 *bis*, 1664-1666).

8. Auclair (F.). — Contribution à l'étude des Desmidiées du massif du Mont-Dore (*Ann. Stat. Limnol. Besse.*, t. II, n° 1, 1910).

9. Bachmann (M.). — Das Phytoplankton des Süsswassers, etc. (Iéna, 1911).

10. Barré. — Le relief de la forêt de Fontainebleau (*Ann. Géog.*, t. XI, 1902).

11. Bary (A. de). — Untersuchungen über die Familie den Conjugaten, Leipzig, 1858.

12. Belèze (M.). — Catalogue des plantes nouvelles, rares ou intéressantes... des environs de Montfort-l'Amaury et de la forêt de Rambouillet, Le Mans, 1905.

13. Bernard (C.). — Protococcacées et Desmidiées d'eau douce récoltées à Java, Batavia, 1908.

14. Bescherelle (E.). — Rapport sur une herborisation faite aux environs de Fontainebleau (*Bull. Soc. Bot. France*, t. VIII, 1861).

15. — Note sur quelques Mousses rares ou nouvelles... (*Bull. Soc. Bot. France*, t. VII, 1860 ; t. VIII, 1861).

16. Bonnet (E.). — Les herborisations de Tournefort et de Bernard de Jussieu aux environs de Fontainebleau (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVIII, 1881).

17. — Rapport sur l'herborisation faite le 27 juin à Thomery, Champagne, Samoreau, Valvin (*ibid.*).

18. Borge (O.) et Pascher (A.). — Zygnemales (*Die Süsswas. Flora*, Heft. 9, Iéna, 1913).

19. Börgesen (F.) et Ostenfeld (C. M.). — Phytoplankton of Lakes in the Færöes (*Bot. of. the Færöes*).

20. Bornet (E.) et Flahault (C.). — Note sur le genre *Aulosira* (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXXII, 1885).
21. Braun-Blanquet (J.). — Les Cévennes méridionales (*Arch. sc. phys. et nat. Genève*, t. XXXIX, 1915).
22. — L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France, Paris et Zurich, 1923.
23. — et Pavillard (J.). — Vocabulaire de sociologie végétale, Montpellier, 1922.
24. Bristol (B.-M.). — A Review of the *Genus Chlorochytrium* Cohn. (*Lin. Soc. Journ. Bot.*, t. XLV, 1920).
25. Brongniart (C.) et Cornu (M.). — Note sur les Cryptogames recueillis dans les environs de Gisors (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVII, 1880).
26. Brunnthaler (J.). — Die Algen und Schizophyceen der Altwässer der Donau bei Wien (*Verh. Zool. Bot. Ges. Wien.*, Bd. LVII, 1907).
27. — Protococcales (*Die Süsswas. Flora*, Heft 5, Iéna, 1915).
28. Buchet (S.), Chermezon (H.), Évrard (F.). — Matériaux pour la flore française des Myxomycètes (*Bull. Soc. Myc. France*, 1912 ; *Ibid.*, 1920).
29. Camus (F.). — Glanures bryologiques dans la flore parisienne (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXXVIII, 1891).
30. — Sur le *Riccia nigrella* (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXXIX, 1892).
31. — Nouvelles glanures (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XL, 1893).
32. — Glanures bryologiques dans la flore parisienne (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XLII, 1895).
33. — Catalogue des Sphaignes de la flore parisienne (*Bull. Soc. Bot. France*, t. L, 1903).
33 bis. Cepède. — Matériaux pour la flore limnobiologique du parc de Versailles (*Bull. Soc. sc. Seine-et-Oise*, 1919).
34. Chabert (A.). — Note sur quelques plantes des environs de Fontainebleau (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XVIII, 1871).
35. Chodat (R.). — Algues vertes de Suisse, Berne, 1902.
36. Clements (F. E.). — The Development and Structure of Vegetation (*Bot. Surv.*, Nebraska, 1904).
37. Comère (J.). — Conjuguées des environs de Toulouse (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XLVI, 1899).
38. — La florule des Conjuguées des environs de Toulouse (*C. R. Cong. Soc. sav.*, 1900, Paris, 1901).
39. — Les Desmidiées de France, Paris, 1901.
40. — Observations sur la périodicité du développement de la flore algologique dans la région toulousaine (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LIII, 1906).
41. — De l'évolution périodique des Algues d'eau douce dans les formations passagères (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LVII, 1910).
42. — De l'action du milieu considéré dans ses rapports avec la distribution générale des Algues d'eau douce (*Mém. Soc. Bot. France*, nº 25, 1913).
43. Conrad (W.). — Revision des espèces indigènes et françaises du genre *Trachelomonas* (*Ann. Biol. lac.*, t. VIII, 1916).
44. — Contributions à l'étude des Chrysomonadines (*Bull. Acad. roy. Belgique*, Cl. sc., 1920).
45. Contejean (C.). — Géographie botanique. Influence du terrain sur la végétation, Paris, 1881.
46. Cooke (M. C.). — *British Desmids*, London, 1886.

47. Cornu (M.). — Note sur quelques Cryptogames des environs de Paris (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVI, 1879) (Voir Brongniart).
48. Cosson (E.) et Germain de Saint-Pierre. — Flore des environs de Paris, 2e édition, 1861.
49. Crow (W. B.). — Freshwater Plankton Algæ from Ceylon (*Journ. of Bot.*, t. LXI, 1923).
50. — The taxonomy and variation of the genus *Microcystis* in Ceylon (*New Phytol.*, t. XXII, 1923).
51. Dakin (W. J.) et Latarche (M.). — The Plankton of Lough Neagh (*Proc. Roy. Irish Acad.*, t. XXX, B. 3, 1923).
52. Dan (R. P. F. P.). — Le Trésor des Merveilles de la Maison royale de Fontainebleau, etc., Paris, MDCXLII.
53. Dangeard (A.-P.). — A propos des crampons des Conjuguées (*le Botaniste*, 2e série, 1891).
54. — Recherches sur les Eugléniens (*le Botaniste*, 8e série, 1901).
55. Darwin. — Origin of Species.
56. Deflandre (G.). — Contribution à la flore algologique de la Haute-Savoie (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LXX, 1923).
56 bis. Additions à la flore algologique des environs de Paris (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LXXI, 1924).
57. Delf (E. M.). — The Algal vegetation of Some ponds on Hampstead Heath (*New Phytol.*, t. XIV, 1915).
58. Delponte (J.-B.). — Specimen *Desmidiacearum subalpinarum*, August., Taurin., MDCCCLXXIII.
59. Denis (M.). — Contribution à la flore algologique des environs de Paris A. Desmidiées des mares de Fontainebleau (*Assoc. fr. Av. Sc.*, 44e série, Strasbourg, 1920).
60. — Une fleur d'eau sur la Mayenne (*Mayenne Sciences*, 1921).
61. — Esquisse de la végétation du Yeûn Elez (*Bull. Soc. lin. Normandie*, 7e sér., t. V, 1922).
62. — Observations algologiques dans les Hautes-Pyrénées (*Rev. algol.*, t. I, 1924).
63. — Revue des travaux parus sur les Algues de 1910 à 1920 (*Rev. gén. Bot.*, XXXVII, 1925 (Voir P. Allorge).
64. Despaty. — Nouvelles localités de plantes observées dans les cantons de Corbeil-Sud, de Milly-Nord (Seine-et-Oise) et de Melun-Ouest (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LXVI, 1919 ; t. LXIX, 1922).
65. Diels (L.). — Die Algen.-Vegetation der Südtiroler Dolomitenriffe (*Ber. d. d. Bot. Ges.*, Bd. XXXII, 1914).
66. Ducellier (F.). — Catalogue des Desmidiacées de la Suisse et de quelques localités frontières (*Ann. Conserv. et du Jard. Bot.*, Genève, t. XVIII, 1914).
67. — Étude critique sur quelques Desmidiacées récoltées en Suisse de 1910 à 1914 (*Bull. Soc. Bot. Genève*, 1914).
68. — Contribution à l'étude du polymorphisme et des monstruosités chez les Desmidiacées (*Bull. Soc. Bot. Genève*, 1915).
69. — Note sur un nouveau *Cœlastrum* (*Bull. Soc. Bot. Genève*, 1915).
70. — Contribution à l'étude de la flore desmidiologique de la Suisse I (*Bull. Soc. Bot. Genève*, 1916), II (*Ibid.*, 1918).
71. — Étude critique sur *Euastrum ansatum* Ralfs et quelques-unes de ses variétés helvétiques (*Bull. Soc. Bot. Genève*, 1918).

72. Duclos (P.). — Notes bryologiques (*Bull. Assoc. Natur. vallée Loing*, t. III, 1921).

73. — État actuel de la flore de la mare aux Évées (*Bull. Assoc. Natur. vallée Loing*, t. IV, 1922).

74. Du Rietz (G. E.). — Zur Methodologischen Grundlage der Modernen (*Pflanzensociologie*, Uppsala, 1921).

75. Du Rietz (G. E.), Fries (Th. C. E.) et Tengwall (T. A.). — Vorschlag zur Nomenklatur der soziologischen Pflanzengeographie (*Svensk. Bot. Tidsk.*, t. XII, 1918).

76. Du Rietz (G. E.), Fries (Th. C. E.), Osvald (H.) et Tengwall (T. A.). — Gesetze der Konstitution natürlicher Pflanzengesellschaften (*Med. f. Abisko Naturvet. Station*, 3, Uppsala et Stockholm, 1920).

77. Duval Jouve. — Note sur une localité française du *Pilularia minuta* (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, XVI, 1869).

78. Esenbeck (E.). — Beiträge zur Biologie der Gattungen Potamogeton und Scirpus *Flora*, 1914.

79. Estève (H.). — Rapport sur l'excursion à la mare aux Bœufs le 25 juin 1881 (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVIII, 1881).

80. Évrard (F.). — Les facies végétaux du Gâtinais français et leurs rapports avec ceux du Bassin de Paris dans la région de Fontainebleau, Coulommiers 1915 (*Thèse Fac. Sc. Paris*, nº 1565) (Voir S. Buchet).

81. Feuillaubois. — Rapport sur l'excursion faite à Chailly (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVIII, 1881).

82. Finot (A.). — Liste des Mousses, Sphaignes et Hépatiques recueillies à Fontainebleau (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVIII, 1881).

83. Fischer (R.). — Die Algen Mährens und ihre Verbreitung (*Verh. d. naturf. Ver. Brünn.*, Bd. LVII, 1920).

84. Flahault (C.). — Projet de nomenclature phytogéographique (*Congrès int. Bot.*, Paris, 1900).

85. — La distribution géographique des végétaux dans un coin du Languedoc, 1893 (Voir Bornet.)

86. Fliche (P.). — Du sol des environs de Fontainebleau et ses relations avec la végétation (*Mém. Soc. Sc. Nancy*, série 2, t. I, 1876).

87. Frémy (P.). — Contribution à la flore des Algues d'eau douce et aériennes du Cotentin. Cyanophycées filamenteuses (*Assoc. fr. Av. Sc.*, Montpellier, 1922).

88. Fritsch (F. E.). — The morphology and ecology of an extreme terrestrial form of *Zygnema ericetorum* (Kuetz) Hansg (*Ann. of Bot.*, XXX, 1916).

89. — et Rich (F.). — Studies on the Occurence and Reproduction of British Freshwater Algæ in Nature. I. Preliminary Observations on *Spirogyra* (*Ann. of Bot.*, t. XXI, 1907).

90. — — II. A five years' observation of the Fish Pond, Abbot's Leigh, near Bristol (*Proc. Brist. Nat. Soc.*, 4th. ser., 2, 1909).

91. — — III. A four years' observation of a freshwater pond (*Ann. Biol. Lac.*, 1913).

92. Fruh (J.) et Schroter (C.). — Die Moore der Schweiz (*Beit. z. Geol. d. Schweiz.*, sér. 3, Zurich, 1904).

93. Gadeceau (E.). — Le lac de Grandlieu, Nantes, 1909.

94. Gams (H.). — Prinzipienfragen der Vegetationsforschung (*Vierteljahrsschr. Naturf. Ges.*, Zurich, Bd. LXIII, 1918).

95. Gaume (R.). — Contribution à l'étude de la flore de la Brie (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LXVII, 1920).

96. — Les associations végétales de la forêt de Preuilly (Indre-et-Loire) (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LXXI, 1924).

97. Gray (F.). — Sur quelques Algues de la flore de Montpellier (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XL, 1893).

98. Geitler (L.). — Kleine Mitteilungen über Blaualgen (*Oest. Bot. Zeitschr.*, 1921).

99. — Versuch einer Lösung des Heterocysten-Problems (*Sitz. d. Akad. d. Wis. in Wien.*, 1921).

100. Gistl (R.). — Beiträge zur Kenntniss der Desmidiaceenflora der bayerischen Hochmoore, München, 1914.

101. Glück (H.). — Biologische und morphologischen Untersuchungen über Wasser und Sumpfgewächse. Bd. I. Die Lebensgeschichte der europäischen Alismaceen, Iéna, 1905.

102. — Bd. II. Untersuchungen über die mitteleuropäischen Utricularia-Arten : über die Turionbildung bei Wasserpflanzen sowie über *Ceratophyllum*, Iéna, 1906.

103. — Bd. III. Die Uferflora, Iéna, 1911.

104. Gomont (M.). — Sur deux Algues nouvelles des environs de Paris (*Bull. Soc. Bot. France*, 1885).

105. — Monographie des Oscillariées (*Ann. Sc. nat. Bot.*, sér. VII, t. 15, 1893).

106. — Contribution à la flore algologique de la Haute-Auvergne (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XLIII, 1896).

107. Van Goor (A. C. J.). — Bijdrage tot de Kennis der blauwwieren voorkomende in het zoetwaterplankton van Nederland (*Verh. en rapport. utg. d. de rijkinst. v. visscherij.*, 1920).

108. Grabner (P.). — Die Heide Norddeutschlands. Die Veget. d. Erde, Leipzig, 1901.

109. — *Juncaceæ* in Lebensgesch. d. Blütenpf. Mitteleurop., Lief. 10, Stuttgart, 1909.

110. Greger (J.). — Beitrag zur Algenflora des Küstenlandes (*Hedwigia*, Bd. LII, 1910).

111. Greger (J.). — Die Algenflora der Komotau-Udwitzer Teichgruppe II (*Beih. z. Bot. Centr.*, Bd. XXXVII, 1920).

112. Griffiths (B. M.). — The Algæ of Stanklin Pool Worcestershire (*Proc. of Birmingham Nat. Hist. and Phil. Soc.*, t. XII, nº 5, 1912).

113. — The August Heleoplankton of Some North Worcestershire Pools (*Journ. Lin. Soc.*, XLIII, 1916).

114. — The Heleoplankton of three Berkshire Pools (*Journ. Lin. Soc.*, t. XLVI, 1922).

115. — The Phytoplankton of bodies of freshwater and the factors determining its occurence and composition (*Journ. of Ecology*, t. XI, 1923).

116. De Guerne. — Notes sur la dissémination des organismes d'eau douce (*C. R. Soc. Biol.*, Paris, t. XL, 1888 ; t. XLIV, 1892 ; t. XLV, 1893).

117. Guilbert (Abbé). — Description historique des chateau, bourg et forest de Fontainebleau, Paris, MDCCXXXI.

118. Guyer (O.). — Beiträge zur Biologie det Greifensee (*Arch. f. Hydrob.*, t. VI, nº 3, 1911).

119. Heering (W.). — Ulothricales, Microsporales, Œdogoniales *Die) Süsswas. Flora*, Heft. 6, Iéna, 1914).

120. Heering (W.) et Homfeld (H.). — Die Algen des Eppendorfer Moores bei Hamburg (*Verh. d. natur. Ver. in Hamburg*, 1904).

121. Herbet (F.). — Dictionnaire de la forêt de Fontainebleau, Paris, 1903.

122. Van Heurck (H.). — Synopsis des Diatomées de Belgique, Anvers 1880-1881.

123. Hieronymus. — *Chlorochytrium* (in *Jahresb. Schles. Ges.*, 1887).

124. Hirn (K. E.). — Monographie der Œdogoniaceen (*Acta Soc. Scient. Fen.*, t. XXVII, 1900, Helsingfors).

125. Hodgetts (W. J.). — A Study of some of the factors controlling the Periodicity of Freshwater Algæ in Nature (*The New Phytol.*, t. XX, 1921 ; t. XXI, 1922).

126. Huitfeld Kaas (H.). — Die limnetischen Peridineen in norwegischen Binnenseen (*Vidensk. Skr. I. Klasse*, 1900, Christiania).

127. — Planktonundersögelser i norske vande, Christiania, 1906.

128. Izengar (M. O.), Parthasarathy. — Note on some attached forms of *Zygnemaceæ* (*Journ. of Ind. Bot. Soc.*, t. III, 1923).

129. Jaccard (P.). — La chorologie sélective et sa signification pour la sociologie végétale (*Mém. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, 1922).

130. Janet (P.). — Le Volvox, Limoges, 1912.

131. Jeanpert (E.). — Rapport sur l'herborisation faite à Fontainebleau le 3 août 1904 (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LI, 1904).

133. Jefferies (T.-A.). — Ecology of the purple heath-grass (*Molinia cærulea*) (*Journ. of Ecology*, t. III, 1915).

134. Kolkwitz (R.). — Die Beziehungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer (*Mitt. a. d. Kön. Prüfung. f. Wasservers. u. Abwässer*, Heft 14, 1911).

135. — Ueber Wasserblüten (*Bot. Jahrb.*, Bd. L, 1914).

136. — Plankton und Seston (*Ber. d. d. bot. Ges.*, Bd. XXX, 1912 ; XXXVI, 1919).

137. Kufferath (H.). — Notes sur la flore algologique du Luxembourg septentrional (*Ann. Biol. Lac.*, t. VII, 1914).

138. — Contribution à l'étude de la flore algologique du Luxembourg méridional. I. Desmidiées (*Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique*, t. LIII, 1914). — II. Chlorophycées (excl. Desmidiacées), Flagellates et Cyanophycées (*Ann. Biol. lac.*, t. VII, 1914-1915). — III. Diatomées. Conclusions (*ibid.*).

139. Kurz (A.). — Grundriss einer Algenflora des appenzellischen Mittel und Vorderlandes (*Jahrb. Saint-Gall Naturw. Gesel.*, 1922).

140. Langeron (M.). — Valeur de l'hydrotimétrie en géographie botanique pour l'étude des accidents locaux (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LVIII, 1911).

141. Lemaire (Ad.). — Liste des Desmidiées observées dans les Vosges jusqu'en 1882, etc. (*Bull. Soc. Sc. Nancy*, t. V, 1883).

142. Lemmermann (E.). — Das Genus *Ophiocytium* Næg. (*Hedwigia*, Bd. XXXVIII, 1899).

143. — Algen I (*Kryptogamenflora d. Mark Brandenburg*, Leipzig, 1910).

144. — *Euglenineæ* (*Die Süsswas. Flora*, Heft 2, 1913).

145. — *Pantostomatineæ*, etc. (*ibid.*, Heft 1, 1914).

146. — *Tetrasporales* (*ibid.*, Heft 5, 1915).

147. Le Roux (M.). — Recherches biologiques sur le lac d'Annecy (*Ann. Biol. Lac.*, t. II, 1906).
148. Levander (K. M.). — Beitrage zur Kenntniss des Sees Valkea, Mustajärvi, etc. (*Acta. Soc. p. Fauna and Flora Fenn.*, Bd. XXVIII, 1906).
149. — et Wuorentaus (Y.). — Planktonsammansättningen i Kemi, Ulea och Kumo, etc., Helsingfors, 1915.
150. — — Planktonsammansättningen i finska insjöar och floder, etc., Helsingfors, 1918.
151. Lhioreau. — Rapport sur l'herborisation faite aux environs de Nemours le 29 juin 1881 (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVIII, 1881).
152. Magnin (A.). — La végétation des lacs du Jura, Paris, 1904.
153. Matruchot (L.) et Molliard (M.). — Modifications produites par le gel dans la structure des cellules végétales (*Rev. gén. Bot.*, t. XIV, 1902).
154. Matthews (J. R.). — The white Moss Loch : a Study in biotic Succession (*The New Phytol.*, t. XII, 1914).
155. Meister (F.). — Die Kieselalgen der Schweiz, Berne, 1912
156. Mirande (R.). — Notes sur quelques Algues du plancton récoltées à la mare aux Pigeons, près Franchard (forêt de Fontainebleau) (*Bull. Soc. Bot. France*, t. LVIII, 1911).
157. Nanteuil (R. de). — Note sur quelques plantes rares ou nouvelles pour la flore des environs de Paris (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXXIV, 1887).
158. Naumann (E.). — Undersökningar öfver fytoplankton och under den pelagiska regionen försiggaende gyttje och dybildinger inom vissa syd-och mellansvenska urbergsvatten (*Kungl. Svensk. Vetensk. Handling*, Bd. LVI, 1916).
159. — Bidrag till kännedomen om vegetationsfärgningar i sötvatten, VII (*Botan. Notis.*, 1918).
160. — Die Sestonfärbungen des Süsswassers (*Arch. f. Hydrobiol.*, Bd. XIII, 1922).
161. Nylander (W.). — Liste des Lichens recueillis à Franchard et à la Côte de Champagne (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVIII, 1881).
162. Olivier (L.). — Rapport sur l'excursion d'Arbonne, le 23 juin 1881 (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVIII, 1881).
163. Ostenfeld (C. V.). — Phytoplankton aus dem Victoria Nyanza (*Engler's Bot. Jahrb.*, t. XLI, 1908). (Voir Borgesen.)
164. Pascher (A.). — *Flagellatæ* II (*Die Süsswas. Flora*, Heft. 2, Iéna, 1913).
165. — *Chlorophyceæ* II p. pte (*ibid.*, Heft 5, 1915). (Voir Borge.)
166. Pavillard (J.). — Remarques sur la nomenclature phytogéographique, Montpellier, 1919.
167. — Espèces et Associations, Montpellier, 1920.
168. — L'association végétale, unité phytosociologique, Montpellier, 1921.
169. — Cinq ans de phytosociologie, Montpellier, 1922.
170. — De la statistique en phytosociologie, Montpellier, 1923.
171. Pearsall (W. H.). — Factors influencing the Distribution of Free Floating Vegetation (*Journ. of Ecology*, t. IX, 1922).
172. — Phytoplankton and Environment in the English Lake District (*Rev. Algol.*, t. I, 1924).
172 bis. — The statistical analysis of Vegetation, a criticism of the concepts and methods of the Upsala School (*Journ. of Ecology*, t. XII, 1924).
173. Petit (P.). — Observations critiques sur les genres *Spirogyra* et *Rhyn-*

chonema. Liste des *Spirogyra* des environs de Paris (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXI, 1874).

174. — Liste des Desmidiées observées dans les environs de Paris (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXIV, 1877).

175. — Liste des Diatomées observées dans les environs de Paris (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXIV, 1877).

176. — Observations sur la vie végétale des Diatomées (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXV, 1878).

177. Petit (P.). — *Spirogyra* des environs de Paris, Paris, 1880.

178. — Liste des Diatomées récoltées à l'ascension de la Rhune (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVII, 1880).

179. — Diatomées récoltées dans l'Essonne à Malesherbes (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVIII, 1881).

180. — Algues récoltées dans les marais du Haut-Butté (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXXII, 1885).

181. — Diatomées récoltées aux environs de Vendresse (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXXII, 1885).

182. Petkov (St.). — Vodnata i vodoraslova flora na io.-zapadna Makedoniia. Philippopoli, 1910 (en bulgare, plus résumé français).

183. Pitard (M.-C.-J.). — *Exploration scientifique du Maroc* (Botanique, 1913).

184. Playfair (G. I.). — The genus *Trachelomonas* (*Proc. Lin. Soc. New Soath. Wales*, t. XL, 1915).

185. — Oocystis and Eremosphæra (*Proc. Lin. Soc. New. South. Wales*, t. XLI, 1916).

186. — Australian freshwater Phytoplankton (*Proc. Lin. Soc. New. South. Wales*, t. XLI, 1916).

187. — New and rare freshwater Algæ (*Proc. Lin. Soc. New. South. Wales*, t. XLIII, 1918).

188. — Australian freshwater Flagellates (*Proc. Lin. Soc. New. South. Wales*, t. XLVI, 1921).

189. Poisson (J.). — Rapport sur l'excursion faite à Franchard le 26 juin 1881 (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVIII, 1881).

190. Rabaud (E.). — L'adaptation et l'évolution, Paris, 1922.

191. Ralfs (J.). — The British *Desmidieæ*, London, 1848.

192. Rayss (T.). — Le *Cœlastrum proboscideum* (*Mat. p. Flore cryptog. Suisse*, 1915).

194. Rivet (G.). — Sur une Algue nouvelle observée aux environs de Paris (*Bull. Soc. Bot. France*, XVII, 1870).

195. Romell (L.-G.). — Physionomistique et écologie raisonnée (*Svensk. Bot. Tidskr.*, t. XIV, 1920).

196. Rouy (G.). — Flore de France, Paris, 1893-1913.

197. Roze (E.). — La flore de Fontainebleau au commencement du XVIIIe siècle (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVIII, 1881).

198. Schilling (A. J.). — *Dinoflagellatæ* (*Die Süsswas. Flora*, etc., Heft 3, Iéna, 1913).

199. Schœnefeld (W. de). — Rapport sur l'herborisation faite par la Société dans la forêt de Fontainebleau (*Bull. Soc. Bot. France*, t. II, 1855).

200. Schönfeldt (von H.). — Bacillariales (*Die Süsswas. Flora*, etc., Heft 10, Iéna, 1913).

201. Schorler (B.). — Die Algenvegetation an den Felswänden des Elbsandsteingebirges (*Abh. natw. Ges.* « *Isis* », Dresden, 1914).
202. Schröter (C.) et Kirchner (O.). — Die Vegetation des Bodensees, Lindau, 1896-1902. (Voir Fruh.)
203. Schulz (P.). — Desmidiaceen aus dem Gebiete der Freien Stadt Danzig (*Bot. Archiv.*, 1923).
204. Schustler (F.). — Quelques remarques sur l'organisation des associations végétales et sur les méthodes de recherches, *Preslia*, 1922.
205. Smith (G. M.). — Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin I. (*Wiscons. Geol. Nat. Hist. Survey*, t. XXXVII, 1920).
206. Steinecke (F.). — Die Algen des Zehlaubruches in systematischer und biologischer Hinsicht (*Schrift. Phys. Okon. Ges. Königsb.*, Bd. LVI, 1916).
207. — Formationsbiologie der Algen des Zehlaubruches in Ostpreussen (*Arch. f. Hydrob. u. Plankt.*, Bd. XI, 1916).
208. — et Lindemann. — Die Mikroflora des Zwergbirkenmoors von Neulinum (*Schrf. f. Süssw. u. Meeresk.*, Heft 3, 1923).
209. Strom (K. M.). — Freshwater Algæ from Tuddal in Telemark (*Nyt. Mag. f. Naturvidensk.*, t. LVII, 1919).
210. — The Phytoplankton of some Norvegia nLakes (*Videnskappsselskapt.*, Skrift I, Klasse 1921).
211. — The Alga-Flora of the Sarek Mountains (*Naturwis, Unters. d. Sarek in Schwed. Lappland*, III, Botanik, 1923).
212. — Studies in the Ecology and geographical Distribution of Freshwater Algæ and Plankton (*Rev. algol.*, t. I, 1924).
213. — Algological Notes I-IX (*Nyt. Mag. f. Naturvidensk.*, t. LIX, 1921 ; t. LXI, 1923).
214. Teiling (E.). — En Kaledonisk Fytoplanktonformation (*Svensk Bot. Tidsk.*, t. X, Stockholm, 1916).
215. Teodoresco (E. C.). — Matériaux pour la flore algologique de la Roumanie (*Beih. z. Bot. Centr.*, t. XXI, Abt. II).
216. Théveneau (M.-A.). — Sur l'herborisation dirigée par lui, le 3 juin, aux Garrigues de Prègnes et à Roque-Haute (*Bull. Soc. Bot. France*, t. IX, 1862).
217. Thurmann (J.). — Essai de phytostatique appliqué à la chaîne du Jura et aux contrées voisines, Berne, 1849.
218. Toni (J.-B. de). — Sylloge Algarum (8 volumes en 5 tomes, 1889-1924).
219. Pitton de Tournefort. — Histoire des plantes qui naissent aux environs de Paris, 2e édition, 1725.
220. Transeau (E. N.). — The periodicity of Algæ in Illinois (*Trans. Amer. Micr. Soc.*, 1913).
221. — The periodicity of Freshwater Algæ (*Amer. Journ. Bot.*, 1916).
222. Vaillant (S.). — Botanicon parisiense, Paris, 1726.
223. Vallot (J.). — Rapport sur la course au Mail Henri-IV et sur la distribution géographique des plantes aux environs de Fontainebleau (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXVIII, 1881).
224. Virieux (J.). — Recherches sur le plancton des lacs du Jura central (*Ann. Biol. lac.*, t. VIII, 1916).
225. Vischer (W.). — Sur le polymorphisme de l'*Ankistrodesmus Braunii* (Næg.) Col. (*Rev. Hydrol.*, 1919).
226. Voss (M.). — Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald (*Diss. Greifswald*, 1915).

228. Wesenberg Lund (C. I.). — Plankton investigations of the Danish Lakes, Copenhagen, 1908.

229. West (W.) et West (G. S.). — The Alga-flora of Yorkshire (*Trans. York. Nat. Union*, t. V, 1900-1901).

230. — A contribution to the Freshwater Algæ of the North of Ireland (*Trans. Roy. Irish Acad.*, t. XXXII, 1902).

231. — The British Freshwater Phytoplankton with special Reference to the Desmid-plankton and the Distribution of British Desmids (*Proc. Roy. Soc. Bot.*, t. LXXXI, 1909).

232. — On the Periodicity of the Phytoplankton of some British Lakes (*Journ. Lin. Soc. Bot.*, t. XL, 1912).

233. — A Monograph of the British Desmidiaceæ (*Ray Soc.*, t. I, 1904 ; t. II, 1905 ; t. III, 1908 ; t. IV, 1911 ; t. V, 1923).

234. West (W.) et Starkey (C. B.). — A Contribution to the cytology and life history of *Zygnema ericetorum*, etc. (*The New Phytol.*, t. XIV, 1915).

235. West (G. S.). — Algæ, vol. I, Cambridge, 1916.

235 bis. Westendorp (G. D.). — Les Cryptogames classés d'après leurs stations naturelles, Gand, 1854, 1865.

235 ter. Wildeman. — Les crampons chez les Conjuguées (*C. R. Soc. Biol.*, t. LXXXIV, 1921).

236. Wilhelmi (J.). — Plankton und Tripton (*Arch. f. Hydrob. u. Plankt.*, Bd. XI, 1917).

237. Woloszynska (J.). — O slodkowodnych Gatunkach rodz. *Ceratium* Schrk. (*Kosmos*, t. XXXVIII, Lwow, 1913).

238. — Studien über das Phytoplankton des Victoriasees (*Hedwigia*, t. LV, 1914).

239. — I. Przyczynek do znajomosci glonów Litwy (*Akad. Umiej. W. Krakowie*, 1917) ; II. (*ibid.*, 1922).

240. — Glony okolic Kijowa (*Rozpraw Wydz. Polskiej. Ak. Umiej.*, 1921).

241. — Jeziorka czarnohorskie (*ibid.*, 1921).

242. Yapp (R. H.). — On Stratification in the Vegetation of a Marsh and its Relations to Evaporation and Temperature (*Ann. of Bot.*, t. XXIII, 1909).

243. — Wicken Fen. Sketches of Vegetation at home and abroad IV (*The New Phytol.*, VII, 1908).

244. Zacharias (O.). — Das Heleoplankton (*Zool. Anz.*, t. XXI, 1898).

245. — Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer (*Forsch. Plön*, t. VI, 1898).

ADDITION

Heuristique (Voir p. 32) : c'est l'art de trouver, de découvrir, d'inventer, de εὑρεῖν, trouver ou εὑρισγιστή γέχνη, l'art de trouver).

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Mares gréseuses de Fontainebleau.

Fig. 1. — *Plateau de Franchard*, juillet 1922. — Surface bosselée des grès de Fontainebleau avec associations de lichens crustacés sur les faces concaves, lande à *Calluna-Bouleaux-Betula* (ravagée par un incendie), dans les dépressions. Quelques Bouleaux témoins. Petites cuvettes à Sphaignes dans les parties les plus basses.

Fig. 2. — *Mare aux Pigeons*, juin 1921. — Ceintures de végétation. Du centre vers la forêt : eau, *Sphagnum Gravetii*, guirlandes d'*Helodes palustris* au pied des Joncs (*Juncus conglomeratus, J. sylvaticus*), *Molinia cærulea* (mal visible), lande à *Calluna-Bouleaux-Betula* complantée de Pins.

PLANCHE II

Influence protectrice de *Molinia cærulea*.

Fig. 1. — *Mare aux Couleuvreux*, juillet 1922. — Cuvette dans les grès remplie de *Sphagnum Gravetii* et *S. cuspidatum* var. *plumosum*. Ceinture de touradons de *Molinia cærulea* race *arundinacea*. En arrière, lande sèche à *Calluna-Betula*.

Fig. 2. — *Mare aux Couleuvreux*, juillet 1922. — Tapis de *Sphagnum cuspidatum* au pied des *Molinia*. Touffes d'*Erica Tetralix* à l'abri de *Molinia*.

PLANCHE III

Variations du niveau aquatique.

Fig. 1. — *Mare à Piat*, juin 1921. — Assèchement des vases du fond à la suite d'un hiver et d'un printemps exceptionnellement secs. Ceintures de *Carex rostrata*, *Molinia cærulea*. En arrière, bruyère à *Calluna*, *Betula alba*, *B. pubescens*, *Sarothamnus Scoparius*, *Pteris aquilina*. En hiver, les eaux recouvrent les grès.

Fig. 2. — *Mare à Piat*, septembre 1921. — Photo prise du même point que la précédente. Sur les vases du fond : germination et développement intensif de *Glyceria fluitans* et surtout de *Juncus supinus* et *Heleocharis palustris* compétitifs formant une prairie mouillée.

PLANCHE IV

Héléoplancton.

Fig. 1. — *Mare aux Pigeons*, septembre 1920. — *Microcystis æruginosa*, *Asterococcus superbus*, *Kirchneriella lunaris*, *Dimorphococcus lunatus*, *Cœlastrum cambricum*, *Peridinium bipes*, *Tetmemorus granulatus*, *Staurastrum inflexum*.

Fig. 2. — *Mare d'Episy*, mai 1921. — *Ceratium cornutum*, *Navicula radiosa*, *Spirogyra tenuissima*, *Closterium Leibleinii*.

Fig. 3. — *Mare à Piat*, juillet 1921. Peuplement de *Tetmemorus granulatus*.

Fig. 4. — *Mare aux Pigeons*, mai 1919. — *Glenodinium uliginosum*, *Tetmemorus granulatus*, *Micrasterias truncata*, *Staurastrum dejectum*.

I

M. Denis, phot. II Le Deley, imp.

Végétation des Mares de Fontainebleau

Masson et Cie, Éditeurs.

I

M. Denis, phot. II Le Deley, imp.

Végétation des Mares de Fontainebleau

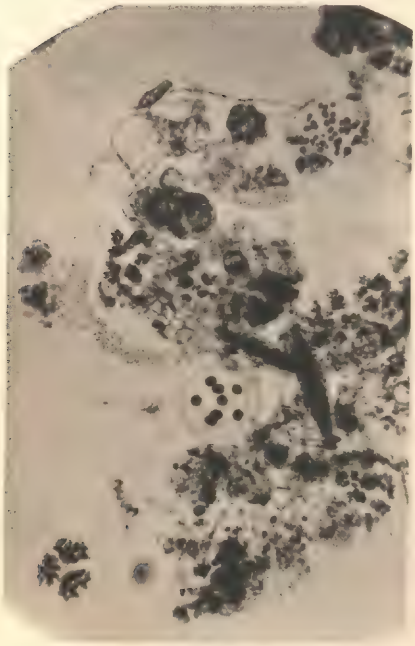
Masson et Cie, Éditeurs.

I

M. Denis, phot. II Le Deley, imp.

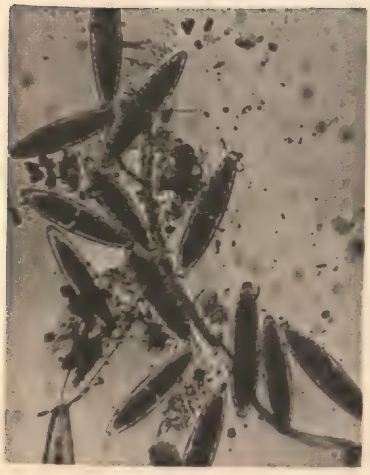
Végétation des Mares de Fontainebleau

Masson et Cie, Éditeurs.

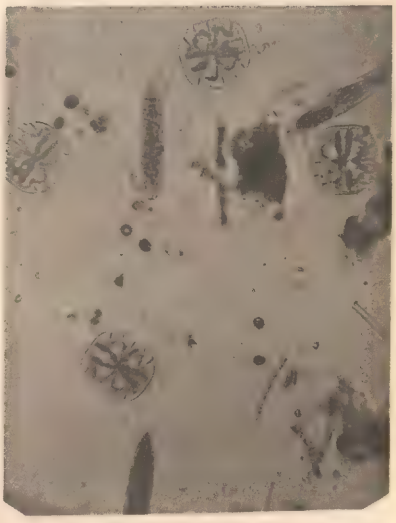


I

II



M. Denis, phot. III



IV Le Delay, imp.

Masson et Cie, Éditeurs.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 5
I. — Physiographie générale. Les mares de la Forêt 11
II. — Types de végétation des mares 19

I. — *Mares des plateaux gréseux* 19
II. — *Mares des vallées sableuses* 29

III. — La végétation des mares complexe sociologique 30

I. — *Associations phanérogamiques et muscinales* 36

1. Association à *Myriophyllum alterniflorum* : sous-association à *Helosciadium inundatum* 36
2. Association à *Heleocharis palustris* et *Carex rostrata* et groupements voisins 43
3. Association à *Cicendia filiformis* 52

II. — *Associations d'Algues.*

1. Préliminaires 56

A. Cosmopolitisme et ubiquité des Algues 56
B. Les groupements d'Algues et leur étude 59

a. Systèmes écologiques purs 60
b. Plancton et planctons 62
c. Les Associations d'Algues 65

2. La végétation algale des mares de Fontainebleau 73

A. Analyse du complexe 76

a. Association à *Micrasterias truncata* et *Frustulia saxonica* 76
b. Héléoplancton à Protococcales et Desmidiacées 86

B. Périodicité et aspects saisonniers du complexe 90

a. Périodicité des divers groupes systématiques.
b. Aspects saisonniers.

III. — *Évolution biologique des mares de Fontainebleau* 112

Énumération systématique des Algues récoltées dans les mares. 128
Index bibliographique 151
Explication des planches 161

MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 120 — PARIS — VIe ARR.

VIENT DE PARAITRE

COURS ÉLÉMENTAIRE DE ZOOLOGIE

PAR

REMY PERRIER
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

8e ÉDITION REVUE

1 volume de 872 pages avec 765 figures et 16 planches... ... **36 fr.**

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

Essai sur la végétation des mares de la forêt de Fontainebleau, par Marcel Denis..... 5

Corbeil. Imprimerie Crété.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

DIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. J. COSTANTIN

TOME VII. — Nos 2 et 3.

PARIS

MASSON ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain

1925

Ce fascicule a été publié en Juillet 1925.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN LIBRARY RECEIVED AUG

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. J. Costantin.

L'abonnement est fait pour 1 volume gr. in-8, avec planches et figures dans le texte.

Ce volume paraît en plusieurs fascicules.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. E.-L. Bouvier.

L'abonnement est fait pour 1 volume grand in-8, avec planches et figures dans le texte.

Ce volume paraît en plusieurs fascicules.

Abonnement à chacune des parties, Zoologie ou Botanique.

France : 50 francs. — Union postale : 60 francs.

Le Numéro simple : 10 fr.

Prix des collections :

Première Série (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol. *(Épuisée.)*
Il reste quelques années 1824 à 1826. 1828. 1833 en vente chacune à ..... 100 fr.
Tables générales de la 1re Série 1 vol. in-8..... 100 fr.
Deuxième Série (1834-1843). Chaque partie, 20 vol. *(Rare.*
Quelques années sont en vente à..... 80 fr.
Troisième Série (1844-1853). Chaque partie, 20 vol. Chaque année. 80 fr.
(Les années 1845 à 1848 et 1853 Zoologie et 1844 Botanique sont épuisées.)
Quatrième Série (1854-1863). Chaque partie, 20 vol. Chaque année. 80 fr.
(Les années 1854 et 1863 Botanique sont épuisées.)
Cinquième Série (1864-1874). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Sixième Série (1875-1884). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Septième Série (1885-1894). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
(L'année 1892 de Botanique est épuisée.)
Huitième Série (1895-1904). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Neuvième Série (1905-1915). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Dixième Série (1916-1924). Zoo. Tomes I-II, III-IV, V à VII, à 80 fr.
— Bot. Tomes I-II, III, IV à VI, à 80 fr.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées par MM. Hébert et A. Milne-Edwards.

Tomes I à XXII (1879-1891).

22 volumes..... 440 fr.

Cette publication a été remplacée par les

ANNALES DE PALÉONTOLOGIE

publiées sous la direction de M. M. Boule.

Abonnement annuel :

Paris et Départements... 60 fr. — Étranger..... 70 fr.

Le Fascicule simple : 18 fr.

RECHERCHES CYTOLOGIQUES ET TAXINOMIQUES

SUR LES DERMATOPHYTES

ET QUELQUES AUTRES

CHAMPIGNONS PARASITES

Par Léon GRIGORAKI

INTRODUCTION

Nous tenons à présenter d'abord à M. GUILLIERMOND l'hommage de notre très profonde et respectueuse gratitude ; il a consenti, pendant quatre années, à nous guider, avec son autorité si pleine d'affectueuse bienveillance. Nous savons et n'oublierons jamais tout ce que nous devons, tant pour notre formation scientifique générale que pour la conduite de ces recherches, à ce maître infiniment dévoué.

Nous exprimons aussi à M. PATOUILLARD notre vive reconnaissance : en acceptant de discuter avec nous quelques-unes des conclusions de notre mémoire, il a mis à notre service son exceptionnelle compétence mycologique, devant laquelle nous nous inclinons avec respect.

M. COSTANTIN, M. BROCQ, M. MAGROU ont bien voulu s'entretenir avec nous du résultat de nos recherches ; nous avons retiré le plus grand profit de ces conversations, dont nous les remercions très vivement.

A M. VUILLEMIN, nous exprimons nos remercîments reconnaissants pour les précieux conseils qu'il a bien voulu nous donner concernant le genre *Aleurisma*. Nous les exprimons aussi à MM. BRUMPT et LANGERON pour les multiples renseignements dont nous leur sommes redevable.

Nous tenons encore à dire à nos maîtres et amis de la Faculté de médecine de Lyon quel vif souvenir nous gardons de leur enseignement et de leur collaboration. M. Guiart, sous la direction duquel nous nous sommes, pendant plusieurs années, initié à la Parasitologie, et M. Nicolas, qui nous a enseigné la Dermatologie, sont particulièrement présents à notre pensée reconnaissante. Nous assurons notre ami Massia, qui nous a exercé à l'étude des Dermatophytes, de notre cordiale gratitude.

Nous remercions, enfin, MM. Legroux, Sabouraud, Ota, de l'obligeance avec laquelle ils ont bien voulu nous communiquer les cultures de divers Dermatophytes, et M. Mangenot qui, en diverses circonstances, nous a aidé dans notre travail.

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

I. — Première époque.

Les Dermatomycoses avant la découverte de leur nature parasitaire.

L'époque grecque ou arabe ne donne que des renseignements très imprécis sur les *Tineacopitis*, les *Achores* ou les *Favii*. Nous les trouvons dans les livres classiques de Sabouraud (Teignes), et ils ne présentent aucun intérêt.

Guy de Chauliac a vulgarisé le mot Teigne, qui ne comprenait que des affections siégeant à la tête. Il en distinguait cinq (bourmalière, figueuse, amedore, tettineuse, lupineuse). Ambroise Paré les réduisit en trois (*squamosa*, *fiscosa*, *corrosiva*).

Sauvages en distingue neuf, et parmi celles-ci comprend la syphilis et décrit, en même temps, d'une façon succincte, la pelade. Par la suite, on ne distingue que des lésions humides, attaquant surtout les enfants, et des lésions sèches attaquant n'importe quel âge, et d'une gravité supérieure.

Lorry accuse cette distinction davantage, et il décrit les croûtes du lait, les Achores, le *Porrigo* et réserve le mot *Tinea* pour une affection à part, qui est le Favus des auteurs modernes. Murray, auteur suédois (1740), emploie le mot Teigne dans le même sens et décrit cette affection dans une dissertation qui fit époque.

L'hôpital Saint-Louis, fondé sous Henri IV (1607) comme simple annexe de l'hôtel-Dieu pour les pestiférés, scorbutiques, ulcéreux, galeux et les malades à affections chroniques ou incurables, est devenu avec Alibert, nommé médecin de cet hôpital, un centre d'études des maladies de la peau.

Gallot, son élève, a fait une thèse (1802) quelques années après sur les Teignes. Ce travail paraissait oublier les idées de Lorry et procéder d'Ambroise Paré. Pourtant Gallot soupçonne la nature parasitaire des Teignes procédant de la Gale, dont on connaissait déjà la nature parasitaire.

De 1800 à 1840, plusieurs travaux ont paru (Lapparra, 1803; Vinay, 1803; Potel, 1804; Salaun-Penquer, 1806, Grenier, 1810), lesquels ne furent que la copie de la thèse de Gallot.

Alibert distinguait à ce moment cinq Teignes : faveuse, granulée, furfuracée, amiantacée, muqueuse. En outre, il appelait des dartres ce qui siégeait sur la peau glabre.

Robert Willan (1757-1812), médecin anglais de la faculté d'Édimbourg, et son élève Battman distinguaient à ce moment des maladies vésiculeuses, pustuleuses, bulleuses, etc.

Le *Ringworn* de la vieille médecine anglaise devient avec Battman l'*Herpes circinatus* qu'il décrit très fréquent chez les enfants, contagieux et épidémiques. En plus, l'*Herpes circinatus* et la Teigne tondante, dans l'esprit des médecins anglais, ne faisaient qu'une seule maladie. S. Plumbe est plus explicite que Battman, malgré que ce dernier donne des figures où la tondante envahit non seulement les cheveux, mais la peau glabre aussi.

De plus, Battman décrit fort exactement le *Porrigo decalvans*, qui correspond à notre Pelade.

En effet, le mot *Porrigo* de Celse est revenu et a remplacé dans le langage des Anglais le mot Teigne, et les Teignes étaient des lésions pustuleuses.

L'ouvrage de Battman fut traduit en français en 1820 par Bertrand, et ses idées furent ainsi à la portée de tous.

Biett, élève d'Alibert et ami de Battman, ayant fait un séjour en Angleterre, devient willaniste et lutte contre son maître Alibert.

Les élèves de Biett, Cazenave et Schedel (1828) partageaient les idées de leurs maîtres, c'est-à-dire les idées willanistes, d'après lesquelles on distinguait :

1° Le *Porrigo lupinosa* = Favus; *P. scutulata* = Teigne tondante, plus Herpès circiné; *P. larvalis* = Impétigo des

enfants; *P. furfurans*, *pityriasis capitis*, *Porrigo decalvans* ou *Area alopecia* = Pelade *P. favosa* = Eczéma impétigineux.

En outre, ALIBERT et ses élèves, dont BAUMÈS, de Lyon, plus tard, distinguaient cinq Teignes (faveuse, granulée, furfuracée, amiantacée, muqueuse et dartres).

Vers cette époque, 1824, MAHON le jeune (empirique) publiait une très bonne description de la Teigne tondante, laquelle correspondait à la Trichophytie, et un médecin suédois, MURRAY, plaçait le siège du mal dans les follicules pileux.

En 1831, parut le travail de BAUDELOQUE, médecin de l'hôpital des Enfants, qui touchait la nature du Favus et prétendait que la Teigne faveuse a son siège dans les follicules pilifères qu'il distinguait des follicules sébacés. BAUDELOQUE considère le Favus comme une lésion de sécrétion et le range dans les maladies pustuleuses.

RAYER (1835) et ALIBERT (1832) acceptent l'idée de BAUDELOQUE et considèrent le Favus comme une lésion de sécrétion de follicules pilifères.

Ainsi, de 1830-1839, les idées willanistes et françaises n'aboutissaient qu'à confondre la Teigne tondante de MAHON et le *Porrigo decalvans*.

Le Favus est considéré comme une lésion de sécrétion, tandis que le *Porrigo decalvans*, confondu avec la tondante, est décrit parmi les alopécies.

A ALIBERT mort en 1839, BIETT ayant quitté l'hôpital Saint-Louis, MAURY appelé à la retraite le 1er janvier 1840, succédaient GIBERT et CAZENAVE, qui furent élèves de BIETT, et DEVERGIE, qui, comme il le disait lui-même, n'appartenait à aucune école.

Pourtant les idées willanistes triomphaient et CAZENAVE écrit une note (*Annales des maladies de la peau*, 1843-1844, p. 37-44), où il donne une description clinique de la tondante et différencie cette Teigne de la Pelade.

C'est pourtant bien plus tard, en 1850, qu'avec CAZENAVE se constituera la notion de l'identité de l'Herpès circiné et de l'*Herpes tonsurans*, qui dans son esprit correspondaient à la Teigne tondante.

Mais, de 1840-1850, une accalmie régnait à Saint-Louis : les nouveaux maîtres prenaient position et n'évoluaient que dix ans après leur nomination vers des idées personnelles.

C'est justement vers cette époque que la microscopie en France et à l'Étranger démontra la nature parasitaire des Teignes. Pour ces idées, la lutte a été dure, et GRUBY, leur plus grand promoteur, après vingt ans d'efforts, s'en retirait lassé. Pourtant, son nom resta lié à la découverte des Dermatophytes et aux modifications que ces découvertes ont apportées à la pathologie générale et à l'histoire naturelle de Champignons parasites.

Nous commencerons donc l'époque de ces découvertes mycologiques et des réactions qu'elles ont produites dans les milieux scientifiques.

II. — Histoire de la découverte de Champignons parasites. — Époque de Gruby à Sabouraud (1840-1890).

Avant GRUBY, les moisissures avaient été observées dans l'organisme vivant. DEGNER et HORN les ont observés en 1739, dans le corps de vieillards malades. RÉAUMUR en trouve dans des œufs en incubation (1749); MEYER (1815), en observe dans l'appareil respiratoire d'un Geai; JÆGER (1816) en observe dans les Cygnes; HENSIRGER (1826), dans les os d'une Cigogne; THEILLE (1827), dans les poumons d'un Corbeau; OWEN (1833), dans les cavernes pulmonaires d'un Flamant.

Quelques années après, BASSI et BALSAMO (savants italiens) découvrent le Champignon de la Muscardine du Ver à soie; TURPIN, MONTAGNE, AUDOUIN en France ont contrôlé et vérifié ces recherches du développement du Champignon de la Muscardine sur la surface de ces Vers; c'était bien l'agent de la maladie.

Le 12 juillet 1841, GRUBY, médecin viennois installé à Paris, où il enseignait la médecine expérimentale, ayant parmi ses élèves Claude BERNARD, communiquait à l'Académie des sciences un mémoire sur la végétation qui constitue la véritable Teigne. Il donnait une description morphologique

exacte du Champignon au niveau de lésions et émettait l'opinion que ce Champignon est la cause de ces lésions ; il est contagieux, et sa destruction contribuerait à la guérison de la maladie.

Le 19 juillet, soit à la séance suivante de l'Académie dans celle du 26, KETTNER et TEXTOR réclamaient la priorité de la découverte en faveur de SCHÖNLEIN. TEXTOR indiquait en plus que FUCHS, professeur à la polyclinique de Gœttingue, et LANGENBECK, agrégé en médecine dans la même ville, ont vérifié la découverte de SCHÖNLEIN et en plus ont trouvé des Champignons, non seulement dans le *Porrigo favosa*, mais aussi dans l'impétigo et dans les croûtes serpigineuses. En effet, SCHŒNLEIN a publié une petite note sur le Champignon en 1839; tandis que GRUBY donnait une description parfaite et en même temps émettait la conception pathogénique et thérapeutique.

Pourtant, c'est à tort, je crois, que les auteurs ont attribué la priorité à SCHŒNLEIN. En effet, son élève REMAK a le premier constaté des filaments dans les squames du Favus en 1837 ; en même temps, il entrevoyait le Champignon du Muguet, que ROBIN plus tard, en 1853, décrivit et désigna, dans son livre de l'*Histoire naturelle des végétaux parasites de l'Homme et des animaux*, sous le nom d'*Oidium albicans*.

A partir de 1841, les travaux sur les Champignons parasites se multipliaïent.

DUGINI, en Italie; HONNOVER, MÜLLER, REMAK, RETZIUS, en Allemagne; BENETT, en Angleterre; LIBERT, ROBIN, en France, qui ont continué les études de GRUBY, MÜLLER et RETZIUS, classent le Champignon du Favus dans le genre *Oidium* de LINK; GRUBY le considérait comme un Mycoderme, HONNOVER comme une Levure ; LIBERT l'a appelé *Oidium Schœnleinii* ; REMAK créa pour lui le genre *Achorion* par l'aspect de filaments au niveau du poil et l'appelle *Achorion Schœnleinii* et en plus réussit à se l'inoculer dans la peau glabre. ROBIN le classe dans le genre *Achorion* de LINK et REMAK dans la tribu des Oïdiées.

GRUBY communique en 1842 une nouvelle note sur le Champignon de la Mentagre, qui évolue dans les racines

des poils de la barbe et dans les croûtes de l'épiderme, et l'appelle Mentagrophyte ; celui-ci correspond au *Trichophyton ectothrix* de SABOURAUD.

GRUBY, en 1843, fait une nouvelle note sur la nature parasitaire du *Porrigo decalvans*, « Phytoalopécie » ; il décrit un Champignon à petites spores qu'il appelle *Microsporon Audouini*, en le dédiant au mycologue AUDOUIN. Comme nous voyons, GRUBY confond ici la pelade avec la microsporie, car *P. decalvans* signifiait pelade. En 1844, GRUBY décrit le Champignon de la Tondante de MAHON, que CAZENAVE appelait *Herpes tonsurans*. Sa description indique le développement intrapilaire et intrafolliculaire du Champignon. En même temps, il décrit les cheveux cassés courts, contournés, à peine visibles, et constate que les spores sont grosses, en comparaison avec les spores qu'il a décrites dans les poils du *Porrigo decalvans* ou Microsporie de nos jours ; c'était la Trichophytie, qu'il appelle Porrigophyte.

GRUBY réunissait dans un seul groupe, le Favus, la Mentagre, le *Porrigo decalvans* ou Microsporie, le Muguet et la Teigne tondante ou Trichophytie des modernes.

LIBERT, à Paris, s'occupe des Teignes ; Charles ROBIN, avant de faire paraître son livre, fit une thèse en 1847, où il résuma tout ce qu'on connaissait des Champignons parasites.

Le Suédois MALMSTEN (1848) s'est occupé du Champignon de la tondante, qu'il place à côté du genre *Torula olivacea* de CORDA. En même temps, il créait le nom *Trichophyton*, qui depuis est resté pour désigner les Champignons de la Tondante.

En somme, GRUBY, par ses descriptions, donnait une connaissance complète de la Trichophytie de la barbe, de la Trichophytie du cuir chevelu, de la Microsporie et du Favus. Son erreur consistait à confondre la Pelade et la Microsporie, ou plutôt à donner à la Microsporie le nom de *Porrigo decalvans*, par lequel l'école willaniste désignait l'*Area* de CELSE ou Pelade.

Après ces travaux, une réaction, plutôt dans un sens inverse, s'est produite, soutenue par un grand nombre de cliniciens.

Ainsi CAZENAVE écrivait : « Nous avons pu signaler, mais très confusément et surtout très irrégulièrement, l'apparence de ces atomes mystérieux qui étaient la base du système de M. GRUBY, et nous sommes obligés de dire qu'en nous tenant en garde contre les illusions de la micrographie..... »

GRISOLLE, de son côté, en 1847, dans son *Traité de pathologie*, écrivait : « Prétendre qu'à l'aide du microscope on découvre dans la maladie tous les caractères d'un parasite cryptogame, c'est prouver jusqu'à quelles excentricités on peut aller, lorsqu'on regarde certaines choses à travers un verre grossissant. »

REQUIM (*Éléments de pathol. médicale*, 1852, t. III, p. 156 et suiv.), précurseur de BAZIN, par une conception magistrale, avait bien vu la conséquence que devait avoir en pathologie la découverte des Champignons parasites.

En effet, il écrit : « Malgré mon défaut de compétence en fait de micrographie et de mycologie, je n'hésite pas à proclamer... au moins que les Teignes faveuses et tondantes sont dues au développement de Champignons parasites. » Il fait également dans son livre un chapitre des maladies cutanées dues à la présence d'êtres parasites.

La synthèse de tous ces travaux et l'application d'un traitement dans ces maladies furent l'œuvre de BAZIN, qui est arrivé à Saint-Louis au début de l'année 1849, en remplacement du docteur ÉMERY, dont il fut l'interne.

Au début, il reçut le service des galeux, auxquels il appliquait une réforme thérapeutique. Les galeux, qui résidaient plusieurs jours et occupaient cent cinquante lits environ, recevaient une médication interne et l'application de pommades dans les parties découvertes du corps. BAZIN, pour s'attaquer au *Sarcoptes Scabiei*, faisait des frictions générales. Il est facile de concevoir les résultats de ce traitement. Le nombre de lits diminuait, et le traitement ne durait que trois jours. HARDY, qui lui succédait depuis dans le service des galeux, a réduit ce traitement à quelques heures.

BAZIN, chargé du service des Teignes, appliquait également une thérapeutique rationnelle. Nous savons que la famille MAHON, praticiens, par des contrats qu'ils avaient avec

l'administration des hospices de Paris, comme avec ceux de province, exploitèrent par la méthode MAHON le traitement des Teignes pendant très longtemps. Leurs droits revenaient à leurs héritiers de père en fils; mais ceux-ci devenaient de plus en plus exigeants à l'égard des administrations : aussi les hospices refusèrent-elles de renouveler leur contrats, en présence des efforts de BAZIN.

BAZIN, en effet, fut le premier à appliquer les cataplasmes et l'épilation, et plus tard réfutait le traitement de la calotte, dont le règne pourtant fut encore très long.

BAZIN fut le vulgarisateur des maladies mycosiques et de leur traitement. Ses élèves ont publié ses leçons, et lui-même a fait plusieurs articles. HARDY, son collègue, était d'accord avec BAZIN, sauf sur les distinctions à établir entre l'*Herpes tonsurans*, l'*Herpès circiné* et le *Sycosis*.

BAZIN, en effet, faisait de l'Herpès, de la Tondante trichophytique et du *Sycosis* une seule affection parasitaire, chose que HARDY n'admettait pas.

Malheureusement, on ne s'en était pas aperçu, et BAZIN considère le *M. Audouini* comme le parasite de la Pelade. D'ailleurs c'était le point faible de la doctrine pendant longtemps encore.

Par contre, l'identification de l'*Herpes tonsurans* et de l'*Herpes circinatus* se faisait assez vite.

CAZENAVE, clinicien remarquable, mais qui dédaignait le microscope, donnait, en 1850, dans son *Traité des maladies du cuir chevelu*, une description remarquable sur l'identité de l'Herpès circiné et de l'*Herpes tonsurans*.

LETENEUR et MALHERBE (de Nantes), en 1852, écrivaient : « L'Herpès circiné et l'*Herpes tonsurans* sont également contagieux soit d'Homme à Homme, soit des animaux à l'Homme. » Ils soutenaient en même temps l'origine végétale de la maladie.

C'était la confirmation des observations faites par WILLAM, BATTMAN, PLUMBE, MAHON, plusieurs années auparavant.

Pourtant, c'est BAZIN qui a fourni surtout la preuve microscopique de l'identité de l'Herpès circiné et de la Tondante, et c'est BOUCHARD, en 1860, alors interne à Lyon, qui

s'inoculait l'Herpès lui-même, comme REMAK s'inoculait le Favus.

L'école lyonnaise a contribué sur plusieurs points à la connaissance de Dermatophytes et des lésions qu'ils causent. En effet, c'est JAQUETANT, ancien interne de l'Antiquaille de Lyon, qui, le premier, le 12 mai 1847 (Essai sur le Favus, thèse inaugural) rapporte le fait de la contagion du Favus de deux enfants et deux Chats avec lesquels ils jouaient. C'est également AUBERT, médecin de l'Antiquaille de Lyon, qui, en 1876, a donné une première description clinique parfaite de la Trichophytie. C'est également SAINT-CYR, de l'École vétérinaire de Lyon, qui a donné les travaux les plus remarquables dans les Dermatomycoses animales et notamment sur le Favus.

C'est enfin notre maître M. le professeur NICOLAS qui, le premier, dans la Société vétérinaire de Lyon, avec LACOMME, beaucoup plus tard, observait six cas de Microspories du Chien qu'il trouvait également chez les enfants.

Mais c'est BAZIN et HARDY qui furent les vulgarisateurs de l'origine parasitaire des Teignes.

Par contre, DEVERGÈRE, à l'Académie, attaquait BAZIN avec véhémence. Il en arrivait jusqu'à accuser BAZIN d'avoir volé la méthode de l'épilation à un chirurgien allemand.

GIBERT soutient encore par tradition les doctrines qu'il a reçues de son maître BIETT.

CAZENAVE et son gendre CHASSIT, plus tard, refusaient jusqu'à la fin de voir des parasites causant des lésions.

TILBURY FOX, en Angleterre (1856), était également aux prises avec ERASMUS WILSON, qui accusait BAZIN de mettre partout des parasites. T. FOX trouve le premier la nature trichopytique du Kérion. Pour lui, c'est une Trichophytie compliquée de lésions inflammatoires ; cette opinion fut partagée jusqu'à 1893, c'est-à-dire jusqu'à Sabouraud.

Les contradicteurs trouvaient en effet le point faible de la doctrine de BAZIN, qui était la Pelade ou *Porrigo decalvans*.

En outre, le Pityriasis circiné présternal; des cas d'Eczéma, de Psoriasis, de Pityriasis rosé, de Tuberculose, étaient la cause de traitements sans succès.

Pourtant la doctrine de Bazin, vers 1859, s'était imposée, et les idées de la nature parasitaire des Teignes étaient presque admises par tout le monde.

En Allemagne, les idées parasitaires étaient généralisées vers le même époque, quand le grand dermatologiste Hebra vint sur la scène.

Celui-ci a cru, au début, à la nature parasitaire de la Pelade, mais plus tard l'a considérée comme un trouble de nutrition d'origine nerveuse et en fait une trophonévrose.

Ainsi, Pierre Mégnin, dans sa thèse sur les Teignes des Chevaux en 1868, décrit la Pelade chez les animaux comme un syndrome de nature dermo-trophique, ainsi que le *Vitiligo*, qui était considéré de la même nature.

Après Bazin, ce sont Hardy, Laille, Besnier, qui ont le plus contribué à répandre les idées parasitaires.

Hebra, Fournier, Horand (de Lyon), considèrent, en 1885, la Pelade de nature trophonévrotique.

Plusieurs médecins de Saint-Louis la considèrent pourtant encore comme de nature parasitaire, et Malassez, Thin, Pellizari, Eichorist ont soutenu cette nature parasitaire. Ainsi, en 1886, avant Sabouraud, il y avait deux Pelades: une de nature parasitaire et une de nature nerveuse.

Dermatomycoses animales. — En même temps que ces travaux sur les Dermatomycoses humaines, des études remarquables se faisaient sur celles des animaux. Leur nature parasitaire, leur contagiosité et toutes les conséquences thérapeutiques et prophylactiques s'établissaient, par des médecins et des vétérinaires remarquables.

En effet, les lésions dermatophytiques étaient déjà observées chez les animaux depuis fort longtemps.

Chalbert (1783) soupçonne la contagiosité des Dartres rondes des animaux. Ernst (1820) constate la transmission des Dartres de la Vache à une jeune fille. Grognier, en 1831, généralise l'opinion de la contagiosité de dartres du Bœuf à l'Homme, qu'il a observée dans la région de la Haute-Auvergne (en effet ces lésions étaient connues dans la Haute-Auvergne, et on les appelait *anders* ou *inderes*). Carrère (1838), Kollreuter (1836), Verheyen (1842), Houles (1845), Sor-

RERE (1845), confirment les observations de GROGNIER. Après GERLACH, d'autres auteurs, dont GALLI-VALERIO, RUFFERT, LEMAISTRE, MARCORPS, FUNFSTUCK, BERGEMANN, NETTELSCHIP, PFLUNG, KRETSCHMAR, BESNIER, CHALOUX, GERLIER, BOUCHER, etc., ont signalé la transmission de Dartres du Bœuf à l'Homme.

Mais il faut arriver à MALHERBE (1851), LETENNEUR (1852), pour trouver des observations plus précises. BAZIN constatait aussi, dès 1852, la transmission de la Dartre d'un Cheval à son gardien ; GERLACH, en 1857, admet la transmission des Dartres du Bœuf et leur nature parasitaire ; REYNAL publie, en 1857, à l'Académie un travail sur la transmission des Dartres du Bœuf et du Cheval à l'Homme.

DRAPER (1854), en Amérique, communique à MÉGNIN, qui l'a publiée (Extraits des *Archives générales de médecine expérimentale*, 1878), une observation de Favus des Rats qui ont contaminé deux Chats et lesquels à leur tour ont contaminé deux enfants.

ZANDEL (1858) observe des cas de contagion de Favus du Chat. JAQUETANT en rapporte également des observations dans sa thèse inaugurale de 1847.

SAINT-CYR, en 1869, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, rapporte (*Recueil de méd. vétér.*, septembre 1869) plusieurs cas de transmission de Teignes à l'Homme par des Chats et Chiens et un cas de transmission expérimentale que le Dr TRIPIER exécute sur lui-même ; SAINT-CYR conclut sur la transmission de Teignes : 1° que les Souris les transmettent aux Chats et ceux-ci à l'Homme ; 2° le Chien, le Chat, la Souris, le Rat sont sujets aux Teignes.

La Teigne faveuse a été également observée chez les Lapins blancs par le Dr RECORDON (1878) dans la cour du comte TREILLARD, comme par MOURRAND (1869), SAINT-CYR et MÉGNIN (1882).

TILBURY FOX, en 1871, confirme des faits pareils de contagion, qu'il rapporte à l'Académie de Londres.

LAVERGNE (1838) a vu trois Chiens atteints de Dartres contagieuses transmettre leur maladie à trois élèves qui les soignaient.

SAINT-CYR, TRASBOT, SIECHAMGROTZKY, CADIOT et FRIED-

BERGER (1878) ont rapporté des cas de contagion des Chiens à des enfants ; HORAND et HASS ont rapporté d'autres cas de contagiosité et FROHNER en a observé plusieurs.

Plus tard, MATRUCHOT et DASSONVILLE décrivent les *Trichophyton caninum*, l'*Eidamella spinosa;* COSTANTIN et SABRAZÈS, l'*Oospora canina.*

Chez l'Ane, on a décrit le *T. verrucosum* (BODIN).

Chez le Pigeon, RIVOLTA et DELPLATO ont décrit une affection analogue à celle des Poules.

Chez la Poule (*Lophophyton gallinæ*), ce parasite fut décrit par MÉGNIN et GERLASCH en 1858, par MULLER et LEISEIRING en 1881, par DUCLAUX en 1890, par MATRUCHOT et DASSONVILLE en 1899, par COSTANTIN et SABRAZÈS en 1903.

VICHOM, en 1858, décrit l'*Onychomycosis* des Équidés, qui plus tard fut décrit par l'*Ercolagini* à Bologne (Italie), en 1876, et par BALDONNI (*Clinica veterinaria*, 1904, XXVII).

NEUMANN, professeur de l'École vétérinaire de Toulouse, distinguait, en 1905, six genres de parasites animaux :

Trichophyton MALMESTEN, 1848 ;
Eidamella spinosa MATRUCHOT, 1901 ;
Microsporon GRUBY, 1843 ;
Lophophyton MATRUCHOT-DASSONVILLE, 1899 ;
Achorion REMAK, 1845 ;
Oospora WALBROTH, 1833.

Telle a été, en somme, l'évolution de nos connaissances de Dermatophytes d'origine animale jusqu'à SABOURAUD.

BIBLIOGRAPHIE RELATIVE A L'HISTOIRE DU FAVUS CHEZ LES ANIMAUX.

JAQUETANT. — Essai sur le Favus. Thèse de Paris, 1847 (signale le Favus chez le Chat).

BENNETT. — Du Favus (in *Monthly Journal of med. sciences*, vol. XI, 1850, p. 48) (signale le Favus chez la Souris).

DRAPER. — Observation de Souris faveuses (transmission du Favus au Chat et à l'enfant), 1854, rapportée dans les « Leçons sur les affections cutanées parasitaires » de BAZIN, 2e édit., 1862, p. 126-127.

GERLACH. — Die Flechte des Rindes (in *Magazin für die gesammte Thierheilkunde*, Berlin, 1857) (traduit et analysé par VERHEYEN, in *Rec. de méd. vétérin.*, 1859).

FRIEDREICH. — Favus bei der Maus (in *Virchow's Arch.*, XIII, 1858, p. 287).

Schrader. — Ueber den Mausefavus, Briefliche Mittheilung an prof. Friedreich (in *Virchow's Archiv*, XV, 1858, p. 382).

Saint-Cyr. — Teigne faveuse chez les animaux (in *Ann. Soc. méd. de Lyon*, 1867, p. 290) (a vu en 1864 un Chat, en 1867 un Chien atteints de Favus).

— Étude sur la Teigne faveuse chez les animaux domestiques (in *Annales de dermat. et syphil.*, Paris, 1868, p. 257-284).

— L'histoire du Favus chez les animaux domestiques (*Lyon médical*, 1689, p. 33-40 (Favus chez le Chien).

Mollière. — Teigne faveuse chez un Rat (*Lyon médical*, 1869).

— Favus chez la Souris (*Mém. Soc. des sciences méd. de Lyon*, 1870, p. 116).

Trasbot. — Teigne faveuse chez un Chien (in *Bull. de la Soc. centrale vét.*, 1871, p. 213).

Simon. — Favus bei Mausen (in *Arch. für Dermat. and. Syphil.*, 1872, p. 401-405).

Girard. — Deux points de l'histoire du Favus. Thèse de Paris, 1872.

Tripier. — Souris faveuses et inoculation à l'Homme (*in* Thèse Girard, 1872).

Conché. — Note pour servir à l'étude du développement du Favus et du Trichophyton chez les Chats (in *Mém. Soc. de Lyon*, 1873, p. 136-138).

Horand. — Cas de Favus communiqué par un Chat à une jeune fille de quinze ans (in *Mém. Soc. sciences méd. de Lyon*, p. 124-129).

Dermons. — Du Favus et de l'Herpès tonsurant chez les animaux, de leur transmission des animaux à l'Homme et réciproquement (in *Méd. et Bull. Soc. de méd. et chir. de Bordeaux*, 1874, et *Bordeaux médical*, 1874, p. 194, 203, 211).

Poncet. — Favus transmis par des Souris (in *Mém. Soc. sciences méd. de Lyon*, 1877, p. 64, et discussion intéressante).

Smith. — Cases of Favus, specimen of Favus from the cat, with history of contagion (in *Dublin Jour. m. sciences*, 1879, p. 450-454).

Mégnin. — Teigne faveuse chez les Souris (*C. R. Soc. de biologie*, Paris, 1880, p. 395-397).

Girard. — Sur une épidémie de Teigne faveuse sévissant à Nantouin chez les bêtes à cornes et chez les enfants (*Lyon méd.*, 1860, p. 547-550).

BIBLIOGRAPHIE RELATIVE A L'HISTOIRE DE LA TEIGNE TONSURANTE CHEZ LES ANIMAUX.

Ernst. — *Archiv für Thierheilkunde von der Gesellschafts schweischer Thierärzte*, 1820 (cité d'après Gerlach).

Grognier. — Recherches sur le bétail de la Haute-Auvergne, 1831.

Kollreuter, in *Medic. Correspondenzblatt*, 1836, n° 26 (cité d'après Héring).

Lavergne. — De la transmission de quelques maladies des animaux à l'Homme (in *Journ. des vétér. du Midi*, 1838, p. 62 : observations relatives à des Veaux dartreux).

Lavergne, Carrère, Girore, Soulé. — Observations relatives à des Veaux et à des Chiens (*ibid.*, 1838, p. 237).

Héring. — Flechten gehen vom Rindvieh auf den Menschen und von diesem wieder auf Rindvieh über (in *Repertor. der Thierheilkunde*, Stuggart, 1840,

p. 139) (rapporte les cas de Epple, Fehr, Hintermüller, Kollreuter).

Gellé. — Pathologie bovine, in-8, Paris, 1841, t. III, p. 349.

Verheyen. — Transmission de quelques maladies particulières aux grands ruminants, in-8, Paris, 1843, p. 319 (faits relatifs à des Veaux).

Rodermacher. — Wahrscheinliche Uebertragung der Raüdekrankheit vom Rindvieh auf Menschen (analys. in *Magazin für die Gesammte Thierheilkunde*, Berlin, 1844, p. 112).

Houlez (de Sorèze). — A communiqué, en 1845, à la *Société de médecine de Toulouse*, des faits de contagion rappelés dans son article : De la dartre de l'espèce bovine et de sa contagion de l'animal à l'Homme (in *Revue médicale*, 31 août 1858).

Horing. — *Medical Correspondenzblatt des Wurtemb. ärzt. Vereins*, 1846, n° 19 (cité d'après Gerlach).

Cazenave. — Observation d'un Veau ayant transmis l'Herpès circiné à l'Homme (leçon publiée in *Annales des mal. de la peau*, 14 mai 1851).

Malherbe et Letenneur. — *In* ouvrage déjà cité, 1852.

Bazin. — Herpès tonsurant du Cheval et contagion à l'Homme (*in* Recherches sur la nature et le traitement des Teignes, Paris, 1853).

Mahieux. — Herpès parasitaire ou dermophytique (in *Monit. des hôpit.*, 1855, p. 1174) (transmission par une Génisse).

Cramoisy. — *In* thèse déjà citée, 1856.

Chandeleu. — Maladie cutanée de nature douteuse transmise du Bœuf à l'Homme (in *Gaz. hebd. de méd. et de chir.*, 1856, n° 28).

Gerlach. — Die Flechte des Rindes (in *Magazin für die gesammte Thierheilkunde*, Berlin, 1857, p. 292; traduit et analysé par Verheyen, in *Recueil de méd. vétér.*, 1859, p. 81 et 337).

Reynal. — Lecture faite à l'Académie de médecine de Paris, 1857. Rapport de Devergie (in *Bull. de l'Acad. de méd.*, t. XXII, p. 223) (Dartre tonsurante du Cheval), 1858.

— Art. *Dartres* du Nouveau Dictionnaire de méd. chir. et hyg. vét., 1858.

Lemaistre (de Limoges). — Transmission de l'anders du Bœuf à l'Homme (in *Union méd.*, 1858, n° 10, p. 38).

Gallico. — Osesrvazioni di erpete circinato communicato del cavallo all homo (in *Gaz. med. ital. serd.*, 1858) (cité d'après Raillet).

Marcorps. — Affection dartreuse épizootique (in *Annales de méd. vét.*, in-8, Bruxelles, t. VIII, 1859, p. 1) (observations de Vaches et de Chevaux dartreux).

Lafosse. — Traité de path. vét., Toulouse, 1861, t. II, p. 228.

Frazer. — Remarks on a common Herpetic Epizootic affection and on its alleged frequent transmission to the Human Subject (in *Dublin Quaterly Journ.*, 1865, vol. XXXIX, p. 294) (observation de Chat teigneux).

Mégnin. — Dermatologie hippique, Paris, Dumaine, 1868.

Aschè. — Observ. de Chat teigneux. (Anal. in *Schmidt's Jahrbücher*, Bd. CXXX, 1866, p. 338).

Tuckwell. — On the Ringworn of cattle (in *Saint-Barthol. Hosp. Rep.*, VII, 1871, p. 125).

Tilbury Fox. — Commun to clinical society of London (in *The Lancet*, 1871, t. I, p. 412) (Dartre du Cheval).

Fleming, in *The Veterinarian*, mai 1872, p. 287

PERRONCITO. — Le Trichophyton tonsurans vegetante sopra un ovino (*Annal. della R. Acad. d'Agricul. di Torino*, 1872) (cité d'après RAILLET).

HORAND. — in *C. R. Soc. sciences méd. de Lyon*, 1873, p. 190.

— Même publication, 1874, p. 89.

— *In* Thèse de Vincens.

VINCENS. — Recherches expérimentales pour servir à l'histoire de l'Herpès tonsurant chez les animaux. Thèse de Paris, 1874.

DEMONS. — Du Favus et de l'Herpès tonsurant chez les animaux (ouvrage déjà cité) (in *Bordeaux médical*, 1874).

LACÉREAUX. — Transmission de l'Herpès circiné du Chat à l'Homme (in *Soc. des hôp.*, Paris, 2e série, t. XI, 1874, p. 126).

MICHELSON. — Transmission à l'Homme d'Herpès tonsurant par un Chat atteint à la fois de l'Herpès et de Gale (in *Berlin klin. Wochenschrift*, 1874).

FLEMING. — A manual of veterinary sanitary science and police, in-8, London, 1875, vol. II, p. 464 et suiv.

ZINDEL. — Art. *Parasites* du Dict. vét. de l'Arboval, nouv. éd., Paris, 1875.

HORAND. — Considérations sur les Teignes (in *Journal de médecine vétérinaire et de zootechnie de Lyon*, 1876) (anal in *Arch. vété. d'Alfort*, 1876, p. 353).

DIEU. — Épidémie dans un régiment de cavalerie (*Gaz. des hôp.*, Paris, 1er avril 1876, p. 307). — Transmission of Ringworm from horse to Marn (in *The Lancet*, 1876, t. I, p. 693).

WILLIAMS. — The principles and pratice of veterinary Surgery, third edit., Edimburgh, p. 879, p. 713 et suiv.

CHABOUX. — Observation de transmission par un jeune Veau (*Union méd. de la Seine-Inférieure*, 1880, nº 61).

RAILLET. — De la Teigne tonsurante chez les animaux (in *Annales de derm. et de syphil.*, Paris, 1880, p. 232) (revue très importante contenant une bibliographie étendue).

LARGER. — Épidémie dans un régiment d'artillerie (in *Revue milit. de méd. et de chir.*, mai 1881 ; commun. à la *Société de méd. publ.* ; C. R. in *Revue d'hygiène*, Paris, 1881, p. 138).

MÉGNIN. — Communication à la *Société de méd. publ.* (C. R. in *Revue d'hyg.*, Paris, 1881, p. 54).

LONGUET. — De la Trichophytie par contagion animale et en particulier chez les cavaliers (*Rec. de mém. de méd. milit.*, Paris, 1882, p. 48-75).

Après l'exposé des Champignons parasites des Teignes, nous ferons un exposé aussi court que possible sur les autres Champignons parasites découverts vers la même époque.

Découverte d'autres Champignons parasites.

En même temps que les découvertes de GRUBY sur les Champignons des Teignes, d'autres Champignons parasites furent décrits.

Ainsi Robin décrivait, vers 1853, l'*Oidium albicans*, que Remak entrevoyait en 1837 et que Gruby a décrit d'une façon très succincte en 1840. Virchow, en 1856, publie un mémoire important où il décrit trois cas de mycoses pulmonaires. Ces mycoses pulmonaires ont été observées par Rousseau et Serrurier (*C. R. Acad. des sciences*, 1841) chez un Cerf du Bengale, et Remak (1845) dit que, dans la plupart des crachats des phtisiques, on trouve des fibres de mycéliums ramifiés en fourches qui paraissent être formés dans les bronches.

A la même époque, Langenbeck (1845), en Allemagne, et Libert, en France, découvraient l'Actinomycose, dont le Champignon a été déterminé par Bœllinger (1877). En 1875, Fresenius découvre l'*Aspergillus fumigatus*, et les travaux de Chantemesse et Widal démontrent plus tard la fréquence de la pseudo-tuberculose des gaveurs de Pigeons et des peigneurs de cheveux due à ce Champignon.

D'autres *Aspergillus* furent observés par Hagen, par Hallier, par Bœke dans des cas d'otites; et ces observations se multiplièrent par la suite par des cas analogues d'*Aspergillus* signalés surtout au niveau du poumon.

Bœllinger (1880), Schutz (1884), Zurn (1876) ont observé chez les Oiseaux des mycoses mucoriennes dans les voies aériennes.

En 1856, Tilbury Fox reconnut l'origine trichophytique du Kérion. Pour lui, c'est une Trichophytie compliquée de lésions inflammatoires, opinion qui sera partagée jusqu'à l'époque de Sabouraud (1893), qui démontra la commune nature du Kérion des régions pilaires et des régions glabres.

En 1883, Eidam décrit le *Sterigmatocystis nidulans*, qu'il trouve dans une inflammation du conduit auditif externe. Plus tard, ce même Champignon a été trouvé par Nicolle et Pinoy dans le Mycétome à grains blancs des mêmes auteurs. Siebenmann (1883) signale plusieurs cas d'Otomycose dus aux *Aspergillus flavus*, *niger* et *fumigatus*. Depuis, des observations ont été faites sur les *Aspergillus*, *Penicillium* et *Sterigmatocystis*, par Roll (1885), Birard et Pommay (1887), Piana (1886), Rœckl (1884), Renon (1897), Dela-

CROIX (1897), NOMURA (1897), SAXER (1908), SCHWARTZ (1904), NICOLLE et PINOY (1906) (les Mycétomes, in *Arch. parasit.*, X, 1906, et *Thèse de la Faculté de médecine de Paris*, 1907) ; FONTOYNONT et CAROUGEAU (1909), GUEGUEN (1909), SARTORY et JOURDE (1908). BRUMPT et LANGERON (1910) décrivent des Onychomycoses dues au *Penicillium brevicaule*) ; BAINIER et SARTORY (1911) décrivent l'*Aspergillus fumigatoides*. En 1898, MONTAYAY FLOREZ a montré la nature parasitaire du Caratès, et il décrit pour chaque variété pigmentée un *Aspergillus*, un *Penicillium*, un *Monilia* ou un *Microsporon*.

MANSON, en 1899, découvre le Champignon du Tokelau, qu'il nomme *Lepidophyton concentricum*. Plus tard, les parasites de cette même maladie furent étudiés par de nombreux auteurs : KOCH (1902), HENZGLER (1906), TRIBONDEAU (1889), NIEUWENHUIS (1898), CASTELLANI (1910-1911), JANSELME (1903), WAGAÏ (1917), ANDERSON (1883), BLANCHARD (1901), BONNAFOY (1903), FOX et LAMY (1874), MAC GREGOR et GLASGOW (1870), ROUX (1888), TAMSON (1893), TURNER (1898), CASTELLANI (1913).

Un Champignon parasite également, dont la découverte a été faite presque en même temps que celle des Dermatophytes et du Mugi et, fut celui du *Pityriasis versicolor*.

C'était un chirurgien de Greisswale, EICHSTEDT, qui découvrait sa nature parasitaire en 1846 (Ueber die Krœtzmilben der Menschen, ihren Krätre, in *Froriep's neu Notiz*, avril 1846). Par la suite, ROKITANSKI, SIMON (1848), ROBIN (1853), ont reconnu le parasite.

Ce parasite ainsi que la lésion qu'il cause ont eu leur histoire pendant l'évolution de la dermatologie et celle du polymorphisme, que je retrace rapidement, du fait que j'ai étudié particulièrement ce parasite.

LENNERT, au XVIIe siècle, le sépare nettement de cloasma, lentigo, éphélides, etc., mais le nomme taches hépatiques, pour affirmer l'influence du foie sur sa présence. SAUVAGES également le désignait de taches hépatiques, et ce nom a existé pendant environ un siècle.

VILLAN, au début du XIXe siècle, dans son traité (*Cutaneus*

diseases, London, 1784-1808), le nomme *Pityriasis versicolor* et le classait dans les Dyschromies véritables; mais VILLAN reconnaissait que sa nature restait à rechercher.

Erasmus VILSON, ainsi que CAZENAVE, GIBERT, DEVERGIE, RAYER, considéraient le *Pytiriasis versicolor* comme le fait d'une altération pigmentaire. HEBRA le faisait rentrer dans les hyperchromies. Par contre, BAZIN reconnaissait sa nature parasitaire, mais le confondait avec les parasites de Teignes et avec des Moisissures. En effet, BAZIN ne voyait partout que des Teignes; c'était pousser la chose à l'exagération, malgré que cela lui a servi à imposer cette idée et appliquer des traitements en conséquence.

L'époque du polymorphisme a influé certainement sur l'étude du parasite du *Pityriasis versicolor*. FOX le dérivait de l'*Oidium lactis*, Hallier du *Penicillium*; CRAWITZ le dérivait de l'*Oidium*, HEBRA du *Penicillium*; SACARDO le classe dans les *Sporotrichum*, ainsi que TRABUT.

BAILLON, dans son *Traité de botanique médicale cryptogamique* (1889), l'a décrit comme *Malassezia furfur* et lui reconnaît une spécificité.

Plus tard, plusieurs auteurs l'ont étudié, dont BESNIER (1882), FOURNIER et SABOURAUD (*Bull. méd.*, 1894), GRANITZ, (1877), HEBRA et CAPOSI (1883), KOTLIAR (1892), MOLENÈS (1891), VUILLEMIN (1899).

Plus tard et dans l'époque que nous décrivons par la suite, de 1890-1924, la parasitologie a été enrichie par la connaissance d'autres Champignons que nous rapporterons au chapitre de cette époque.

Nous voudrions écrire ce chapitre immédiatement, mais nous devons, croyons-nous, nous arrêter sur l'historique d'un problème botanique capital, qui a influencé énormément sur l'étude de ces parasites et qui est celui du polymorphisme des Champignons et de leur histoire naturelle.

En effet, ces études ont coïncidé avec les premières découvertes de parasitologie, qui datent de 1840 à 1890.

Nous allons donc exposer maintenant ce chapitre relatif à l'histoire naturelle des Dermatophytes et le polymorphisme des Champignons en général.

III. — Polymorphisme et histoire naturelle des Champignons parasites de 1840 à 1890.

Au début de cette époque, on faisait pour chaque végétal une espèce botanique distincte. C'était le moment de la vogue de la classification de Léveillé, qui, en 1840, découvre les périthèces du *Penicillium glaucum*.

Robin (1853) a adopté dans son livre cette classification.

Les Champignons comprenaient cinq classes :

Arthrosporées ;

Trichosporées ;

Cystosporées ;

Clinosporées ;

Thécosporées.

Les Champignons des Teignes appartenaient aux Arthrosporées, qui se divisaient en trois tribus :

- Arthrosporées.
  - 1° Torulacées.
    - 1. *Tr.* Malmensten.
      - a. *M. Audouini.*
      - b. *M. Mentagrophytes.*
      - c. *M. furfur.*
    - 2. *M.* Gruby.
  - 2° Oïdées....
    - 1. Achorion.
    - 2. *Oidium* Link.
    - 3. *Oidium albicans.*
  - 3° Aspergillées. — Genre *Aspergillus.*

Vers la même époque évoluaient les idées sur le polymorphisme, avec les frères Tulasne, qui en furent en 1857 les promoteurs en France, Berkeley en Angleterre et de Bary en Allemagne (1853).

L'historique de la question du polymorphisme des Champignons peut se diviser en plusieurs phases.

Pendant l'antiquité et le moyen âge, la question du polymorphisme est liée à celle des générations spontanées et tenait tout entière dans les ouvrages des philosophes.

C'est surtout à l'époque contemporaine que la question du polymorphisme des Champignons se pose véritablement. Ce progrès marche de pair avec celui du microscope. Durant cette période, on distingue plusieurs écoles.

D'après une de ces écoles, — dont les précurseurs furent Turpin (1837 à 1840), Kutzing (1837), et dont les principaux représentants sont Spring, Bail, Salisbury, Hallier, Hoff-

MANN, TRÉCUL, CARNOY, etc..., — d'après cette école, une spore tiendrait en état latent en elle des quantités d'espèces et produirait l'une ou l'autre suivant les circonstances de la germination. Les partisans les plus avancés de ces théories admettent même l'unité spécifique de tous les Champignons et luttent avec acharnement, de 1850 à 1870, pour imposer l'idée que les Champignons ne constituaient qu'une seule entité, et que les formes que l'on gratifiait du nom d'espèces n'en seraient que des modes. La période aiguë du polymorphisme sévit surtout de 1860 à 1870. BERKELEY, SPEERSCHNEIDER (1857), GLOWE identifient l'*Achorion Schœnleinii* et l'*Aspergillus glaucus*. BAIL (1860), GRIFFITH et HENFREY (1860) adoptent la relation de la levure de bière, du *Penicillium glaucum*, de l'*Empusa muscæ* et du *Mucor mucedo*. Les travaux de BAIL et de HOFFMANN portent sur plusieurs expériences. Ils furent suivis par SPALLANZANI, SCHULZE, SCHWAMM, SCHRŒDER et DUSCH, POUCHET, JOLY, MUSSET. qui ouvrent en même temps de nouveau l'ère de la génération spontanée vers 1861. Ainsi, la levure de bière naîtrait spontanément au sein de liquides, et de là donnerait lieu au *Penicillium glaucum*.

Mais cette année même (1861), PASTEUR répond victorieusement à POUCHET et JOLY.

CARTER (1862-1863) et COEMANS en Belgique (1863) soutiennent les mêmes idées polymorphistes. En 1865, paraît le mémoire de HALLIER dont les œuvres firent beaucoup de bruit à l'époque.

HALLIER avec SALISBURY (1864), en Amérique, étudiaient les Champignons des maladies.

Ainsi, HALLIER découvre parmi ses nombreuses expériences, en mars 1867, que l'Herpès tonsurant peut provenir de l'*Ustilago carbo*. Avant, il soutenait que c'était le *Penicillium glaucum*. Ainsi, en semant dans l'huile le *Penicillium*, il obtenait le développement d'une *Torula*. Il pensait donc que le *Penicillium*, en contact avec le contenu huileux de cheveux, devait donner l'Herpès tonsurant ou le Favus.

Cette observation confirmait l'opinion du Dr PICK.

HOFFMANN s'occupe également du Favus, mais celui-ci,

en août 1867, le fait provenir d'un *Mucor* au lieu d'un *Penicillium*.

Hallier publia son dernier livre en 1868 sur la phytopathologie et soutient toujours ses idées.

De Bary écrit en 1867 un ouvrage sur le Choléra pour montrer l'inanité des travaux de Hallier.

En 1869, un élève de Bary, Reess, constatait que le *Penicillium*, mis à germer à l'abri de l'air dans une solution sucrée, s'y développe sans produire ni ferment ni fermentation.

En 1870, il découvre la véritable forme ascosporée de la Levure et distingue beaucoup d'espèces de Levures.

Pasteur luttait également en France contre Pouchet, Trécul et Béchamp.

En 1870, Carnoy et Klein continuent les erreurs de Hallier et Hoffmann. Vers la même époque, apparaissent Van Tieghem et Lemonnier en France, qui instituent les cultures en cavité entièrement close.

L'époque de 1872-1874 est la plus critique pour le polymorphisme de Hallier, que continue Carnoy, dont un livre fut couronné par l'Académie royale de Belgique.

Pourtant ces théories cédaient sous les coups de Bary, Woronine, Van Tieghem, Reess, Brefeld, Cohn, Gilkinet.

Gravitz apparaît en 1875 et reprend le travail de Hallier et Hoffmann. Il considère les Champignons du Favus, de l'Herpès tonsurant, du *Pityriasis versicolor*, comme les formes diverses de l'*Oidium lactis*. Par contre, l'*Oidium albicans*, pour cet auteur, était identique au *Saccharomyces mycoderma* de la fleur du vin. Hansen, directeur du laboratoire de Carlsberg, vient compléter les travaux de Reess.

En résumé, les théories de Hallier et de ses partisans sont battues en brèche par d'illustres savants tels que Tulasne, de Bary, Van Tieghem, Brefeld, qui établissent le polymorphisme classique des appareils reproducteurs des Champignons. Ils constatent que l'ancien groupe des Hyphomycètes est constitué par des formes inférieures de Champignons d'organisation plus ou moins élevée, principalement les Ascomycètes et aussi les Basidiomycètes. Ils fondent une

technique et une méthode sûre et précise qui font entrer la mycologie dans une voie rationnelle et féconde. Cependant quelques auteurs, comme Brefeld, poussent trop loin la réaction, contestant que le milieu ait une influence sur le polymorphisme. Van Tieghem, au contraire, affirme cette influence et prépare la période actuelle, qui est caractérisée par le rôle prépondérant qu'a pris l'expérimentation dans l'étude des organismes inférieurs. On s'est rendu compte de la grande influence du milieu sur l'évolution de ces êtres. L'apparition de tel ou tel mode reproducteur est liée à tel ou tel état du milieu ; une modification de celui-ci entraînera une variation correspondante du Champignon, qui se produira exactement chaque fois que le milieu sera modifié de la même façon.

Les recherches entreprises par Costantin, Klebs et Bachmann, Matruchot, Ray, Lendner, Wasserzug, Laurent, etc., montrent que, s'il n'y a pas, aussi facilement qu'on l'a prétendu, transformation des espèces les unes dans les autres sous nos yeux, du moins y a-t-il une grande variabilité de l'espèce et possibilité d'entrevoir comment cette transmutation a pu et pourra s'effectuer. Il y a non seulement multiplicité des appareils reproducteurs, mais encore variabilité de ces formes caractéristiques.

Les Champignons inférieurs, à cause de leur exiguïté, de la petite taille de leurs organes reproducteurs et des puissants moyens chimiques dont ils disposent, peuvent tomber sur les milieux les plus variés en s'y implantant et en s'y adaptant. Ils pourront ensuite facilement être emportés ailleurs ; ils devront vivre, dans ce cas, au milieu de conditions nouvelles, d'où il résulte pour eux une variabilité plus grande que pour les autres groupes végétaux et une délimitation encore moins nette de l'espèce.

Certains dermatologistes, pendant la même époque, s'occupaient de la question du polymorphisme des Dermatophytes.

Ainsi Hebra (1854), ayant appliqué des compresses moisies sur un point de la peau, vit s'y former des cercles analogues à l'Herpès tonsurant. Il déduisait de cette expérience l'hypothèse que le Favus et l'Herpès étaient dus au *Penicillium*.

Pick et Tilbury Fox en Angleterre inclinaient vers les idées de Grawitz, qui rapportait tous les Champignons parasites à l'*Oidium lactis*.

Les cliniciens français se montraient sceptiques. En effet, les tentatives faites pour faire évoluer des moisissures sur la peau et produire le Favus, le Pityriasis ou l'Herpès, n'ont jamais donné de résultats certains.

D'autre part, quand on inoculait une espèce parasite d'un malade, on reproduisait presque toujours la même maladie. Ainsi l'Herpès ne donnait que de l'Herpès, le Favus ne donnait que du Favus (Hœbner, Peyritsch, Anderson, Rollet, Gailleton, Girard, Horand).

C'est alors que l'application à ces recherches de l'emploi des cultures pures, qui a rendu déjà à la science bactériologique de si grands services, permit enfin de nouvelles et sérieuses recherches. Ce fut Grawitz lui-même qui les entreprit.

Dans une communication à la Société de médecine de Berlin, le 6 janvier 1886, Grawitz annonça qu'il venait de faire une série d'observations nouvelles sur les cultures des Champignons du Favus et de l'Herpès (1).

En semant les spores de ces Champignons sur de la gélatine, de l'agar-agar ou du sérum du sang, il observait la fructification de ces Champignons, et il lui était facile, ensuite, de reconnaître au microscope qu'ils représentent deux espèces bien tranchées.

La culture des deux Champignons obtenue par exemple sur la gélatine ne pousse que lentement, mais le Champignon de l'Herpès liquéfie rapidement la gélatine, tandis que celui du Favus n'opère cette liquéfaction que lentement. Le premier forme un mycélium qui, au bout de peu de jours, se colore en jaune à la partie inférieure et présente une poussière blanchâtre à la partie supérieure. Le Champignon du Favus, au contraire, ne se montre que sous la forme de petits flocons.

Sur l'agar-agar, la culture du Champignon de l'Herpès

(1) Voir la *Semaine médicale*, n° 13, janvier 1886.

se développe sous la forme d'un gazon diffus et uniforme, tandis que celle du Champignon du Favus se présente sous la forme étoilée. Sur le sérum, on observe des différences analogues entre ces cultures, quoiqu'elles ne soient pas aussi frappantes qu'avec l'agar-agar.

Au microscope, la ramification et la grosseur des filaments sont également très différentes dans les deux espèces de Champignons.

Pour ce qui concerne l'*Oidium albicans*, GRAWITZ abandonne l'idée qu'il avait autrefois défendue sur les rapports qui existeraient entre ce Champignon et entre les Champignons du Favus et de l'Herpès.

Pour démontrer enfin que les cultures pures représentaient bien le vrai Champignon du Favus et de l'Herpès, Grawitz a inoculé ces cultures, et toujours il produisit l'Herpès et le Favus caractéristiques.

En même temps, des recherches du même ordre avaient été commencées en France.

Se refusant à admettre, sur la foi du premier mémoire de GRAWITZ, l'identité des Champignons des Teignes, DUCLAUX avait entrepris de son côté des cultures pures des Champignons du Favus et de l'Herpès et avait vu ses expériences couronnées de succès (1).

Voici les résultats auxquels est arrivé DUCLAUX. Les cultures de *Trichopyton tonsurans* et d'*Achorion Schœnleinii*, dans les milieux artificiels, sont très faciles. Pour le premier, on trouvera le plus souvent la semence pure dans les phlyctènes purulentes qui entourent parfois la plaque d'Herpès; on peut encore faire quelques scarifications sur une surface atteinte et superficiellement stérilisée : en recueillant alors une goutte du sang qui s'écoule, on a de grandes chances d'y trouver quelques germes venus des profondeurs et capables de se développer.

Pour le Favus, on peut se contenter d'arracher un cheveu atteint, après avoir bien stérilisé par lavage la place qui le porte. A l'aide de ciseaux flambés, on en coupe la racine, de

(1) Communication à la *Société de biologie*, le 16 janvier 1886.

façon à la faire tomber dans un liquide approprié ; on peut aussi ou prendre le liquide d'une vésicule en voie de devenir un godet, ou bien même prendre la semence dans le godet lui-même coupé transversalement au moyen d'un scalpel flambé.

Les deux Champignons poussent très bien, quoique assez lentement, dans du bouillon de veau neutre et concentré, dans du moût de bière, et de préférence dans du lait, dont la caséine a été solubilisée par l'action de la caséase. Il est essentiel que le liquide ne soit pas acide ; une légère addition d'acide acétique arrête la végétation, quand elle est en train. Par contre, on peut, en ajoutant une goutte de potasse à un liquide ensemencé, donner aux spores, inertes jusque-là, la faculté de se développer.

Pour le *Trichophyton*, la culture débute par des enchevêtrements mycéliens répandus dans toute la masse du liquide, qui les maintiennent assez par capillarité pour lui donner l'aspect demi-solide et gélatineux.

Pour le Favus, on observe surtout des touffes flottantes, isolées.

Peu à peu, le mycélium, arrivé à la surface, pousse des filaments aériens d'un blanc brillant, avec le *Trichophyton*, et dont l'ensemble donne à la surface couverte l'aspect d'un tissu d'amiante. Plus tard, quand apparaissent les spores, cette surface brillante devient farineuse et plus mate d'aspect. Les filaments mycéliens, très turgescents, lorsqu'ils sont jeunes, deviennent assez rapidement granuleux quand ils ont pris au liquide tous ses éléments assimilables. Cylindriques et assez réguliers tant qu'ils ont assez d'air et de matière nutritive, ils se renflent quand l'air leur manque, chez le *Trichopyton*, en spores mycéliennes de tailles très diverses, ayant quelquefois en diamètre cinq ou six fois la largeur du mycélium. Ces spores mycéliennes se mettent à germer dans le liquide qui, déjà épuisé, ne leur permet plus que de fournir des tubes grêles.

En outre de ces spores mycéliennes, forme de reproduction asexuée, le *Trichophyton* produit par l'enroulement en spirale et l'enchevêtrement inextricable de deux filaments voisins

des zygospores ou spores sexuées, qui deviennent un épithèque dans les milieux très riches.

Enfin, les filaments aériens donnent aussi des spores aériennes, plus petites que les spores mycéliennes et portées à la façon des grains de raisin sur une grappe, rappelant en cela tout à fait les formes de fructification du *Botrytis bassiana*, ou Champignon de la Muscardine des Vers à soie.

Les spores mycéliennes, développées en files plus ou moins nombreuses aux dépens d'un même filament initial, rapprochent le *Trichopyton* et l'*Achorion* des divers *Oidium*.

Enfin, l'existence des spores sexuées enlève toute hésitation sur la place que doivent occuper ces deux Champignons dans la classification. Ils font partie de la famille des Périsporiacées dans l'ordre des Ascomycètes, dont font partie les *Oidium* et suivant toute apparence le *Botrytis bassiana*.

Est-on autorisé, comme l'avait fait GRAWITZ, à confondre ensemble l'*Achorion Schœnleinii*, le *Trichophyton tonsurans*, le *Microsporon furfur*, l'*Oidium lactis* et le *Mycoderma vini*? Il est facile de prouver que non.

L'*Oidium lactis*, cultivé sur du lait ou du bouillon, ne donne jamais du Favus. Par contre, le *Trichophyton* et le Champignon du Favus cultivés sur le lait ne donnent jamais d'*Oidium lactis*.

Le *Mycoderma vini*, semé sur un milieu alcoolique ou non, neutre ou acide, ne donne jamais que ses formes ordinaires, plus ou moins oblongues, mais appartenant à un autre genre, le genre *Saccharomyces*.

Les Champignons du Favus et de l'Herpès se cultivent fort mal dans les milieux alcooliques, fuient les milieux acides, comme nous l'avons vu, et ne donnent jamais, au début de la culture, lorsque l'air ne leur manque pas, que des filaments mycéliens réguliers.

Enfin, les Champignons du Favus et de l'Herpès sont-ils différents l'un de l'autre? Même en culture artificielle, et bien qu'ils acceptent les mêmes milieux, rien ne les rapproche et tout les différencie : forme, grosseur et aspect des fila-

ments mycéliens ; les renflements globulaires des extrémités sont fréquents dans le Favus, rares dans le *Trichopyton*. Enfin, la forme microscopique même du développement des cultures, l'aspect et la structure des filaments aériens et sporifères serviraient encore à les différencier.

Tels sont les intéressants résultats auxquels est arrivé Duclaux ; on voit qu'en dernière analyse les résultats expérimentaux viennent corroborer les faits cliniques et donner finalement raison à ceux qui n'ont jamais cessé de croire à la spécificité et à l'individualité des Champignons des Teignes.

Avons-nous besoin d'ajouter que les cultures obtenues ont été inoculées, comme l'a fait Grawitz, à des animaux et qu'on a reproduit ainsi la maladie correspondant au Champignon inoculé. On a même constaté que les inoculations faites avec des cultures étaient plus faciles et plus rapides que les inoculations faites directement.

IV. — Période de 1890-1924, ou époque de Sabouraud.

C'est à Sabouraud qu'on doit les bases de conception actuelle que nous possédons sur les Dermatophytes qui sont surtout l'objet de notre travail.

Quand il commença ses études sur les Trichophyties et les Dermatophytes, Sabouraud n'avait comme descriptions claires, se rapportant aux lésions que ces parasites causent, que quelques travaux épars dus surtout à Gruby.

Gruby a donné à la Microsporie le nom de *Porrigo-decalvans*, nom déjà employé pour la Pelade : cette signification est restée pendant cinquante ans et ne fut détruite que par Sabouraud. En effet, en 1895, paraît un article de cesavant sur le diagnostic de la Pelade et des Teignes. Plus tard, il revient sur la question et différencie les Teignes des autres lésions d'apparence similaire du cuir chevelu.

Nous savons, en effet, que le cuir chevelu est le siège des lésions d'apparence semblable, mais d'origines diverses. Sabouraud fut amené ainsi à établir des règles pour les

alopécies post-traumatiques, post-furonculeuses, post-impétigineuses, alopécies de l'acnée décalvante, de la pseudopelade de Brocq, du lupus érythémateux, de l'acnée nécrotique, de la calvitie séborrhéique, de maladies squameuses et croûteuses (Impétigo, Pityriasis, Psoriasis, Folliculites microbiennes, etc.).

L'ensemble de ces travaux a été présenté dans son livre classique des maladies desquamatives du cuir chevelu.

Sabouraud établit également le traitement des Teignes. Un médecin viennois, Freund, en l'an 1899, montre la grande importance des ondes électriques en médecine et le traitement du Favus qu'il communique à la *Société de Dermatologie* de Vienne. Brocq adopte ces vues dans son traité de 1906.

Sabouraud a introduit et généralisé cette thérapeutique de la radiothérapie des Teignes et réduisit ainsi la durée du traitement de plusieurs mois. Il a remplacé ainsi les vieilles méthodes de la calotte de Baumès et de l'épilation de Bazin. Il décrit des formes typiques pour chaque Teigne, et il distingue ainsi quatre types de Favus :

1° Favus pityrioïde en forme de *Pityriasis capitis* ;

2° Favus papyroïde à croûtes parcheminées ;

3° Favus impétigoïde : simplement Impétigo ;

4° Favus herpétoïde ou circiné.

Il a établi des règles et des limites de diagnostic ; ainsi, pour le Favus, il reconnaît la persistance de lésions et des cicatrices indélébiles.

Son œuvre fut plus précise pour les Trichophyties, Microspories, Kérions et les folliculites agminées de la barbe.

Sabouraud, certainement, fut secondé dans cette œuvre par plusieurs maîtres de dermatologie des diverses écoles de France (Brocq, Dubreuil, Nicolas, etc.) et en dehors d'elles (Hebra, Colcott, Fox, Mibelli, etc.) ; mais c'est lui qui eut le principal rôle.

La question botanique des Dermatophytes était encore plus compliquée et plus ignorée.

Grawitz, Duclaux présentaient à peine quelques études intéressantes et logiques ; les discussions sur le polymor-

phisme des Champignons étaient à peine calmées, et, à part certains rares auteurs (MÉGNIN) et quelques contemporains de SABOURAUD, la question de la pluralité des espèces botaniques, de leurs caractères, fut son œuvre. Ce travail était d'autant plus ingrat qu'aussitôt qu'un Champignon parasite était décrit il en survenait une série de descriptions fausses. Le polymorphisme des Champignons se prêtait certainement à ce travail.

Ainsi, entre les mains de BODIN, le *M. equinum* présentait des fuseaux ; entre les mains de SABOURAUD, il perdait ces caractères et devenait tout différent.

Les exemples de cette nature sont multiples et se répètent certainement encore aujourd'hui par défaut de caractères botaniques stables pour chaque espèce.

SABOURAUD, devant cette situation, a établi des règles médicales et des caractères culturaux, d'après lesquels il a constitué des genres et des espèces. Pour cela, il fut critiqué par beaucoup de botanistes à tort.

Son œuvre ne pouvait pas être autre que ce qu'elle est à notre époque. SABOURAUD le reconnaît mieux que tout autre. Lui-même, d'ailleurs, écrit dans son livre (*les Teignes*, 1910) que les espèces diverses de Champignons devraient être étudiées par un botaniste pour connaître la valeur exacte de chaque élément reproducteur. Dans une réponse également qu'il fit aux *Annales de parasitologie*, en avril 1924, à une classification nouvelle présentée par LANGERON et OTA, en novembre 1923, lui-même cherche à reconnaître les limites des espèces et des genres botaniques décrits comme Dermatophytes : il y soumet des réflexions très plausibles où toute son expérience apparaît très nettement.

Certes nous ne saurions ici analyser toute l'œuvre de SABOURAUD.

SABOURAUD a trouvé un jardin encombré de mauvaises herbes qu'il a purifié. Il a procédé par analyse et synthèse, parce qu'il fallait tout faire et malheureusement refaire : et il est plus difficile de créer que de démolir.

SABOURAUD non seulement n'a pas détruit, mais il a créé.

Par un esprit de logique impeccable, il a présenté, au bout de vingt ans, son œuvre résumée dans le traité connu universellement.

Ce livre résume tous les travaux antérieurs et contemporains ; il expose le point de vue médical et établit les règles du diagnostic, d'après l'aspect que le Champignon prend dans les squames, dans les cheveux. Il cherche les cultures géantes et établit leur différence ; il analyse la question du pléomorphisme de ces Dermatophytes et établit le milieu de conservation contre le pléomorphisme. Il fait des genres et des espèces, d'après les différences, et dans un autre chapitre étudie la mycologie et le traitement de ces Dermatomycoses. En plus, il s'étend aux Épidermomycoses et y décrit certains parasites qui sont liés aux Dermatophytes. Ainsi, il analyse toutes les localisations de Dermatophytes au niveau de la peau glabre et la barbe. Ainsi, il distingue l'épidermophytie inguinale, l'Herpès, les folliculites inguinées de la barbe, les localisations des Favus au niveau de la peau et précise leur diagnostic avec d'autres lésions d'aspect ou d'allure similaires.

Sabouraud, dans ces travaux, certainement fut secondé ; son principal aide fut son propre élève Bodin, dont les études ont porté surtout sur les Dermatomycoses des animaux et des parasites et qui fut le créateur des Trichophytons faviformes. En outre, Mégnin, qui reconnaissait la pluralité des Trichophytons, a trouvé les Épidermophytons en 1881. Un grand nombre également d'autres auteurs se sont occupés de la question, mais pour décrire d'autres espèces dont le plus grand nombre serait certainement à vérifier ; je pourrais citer parmi ces auteurs : C. Fox, Balzin (1881), Bœr (1887), Quincke (1886), Elserberg (1889), Fabry (1889), Zopf (1887), Jadassohn (1889), Blanchard (1895), Mégnin (1895), Sabrazès et Costantin (1893), Blaxall (1896), Danielsen (1892), Plaut (1892), Unna (1892), G. Fox (1908), Castellani (1910), Gedœlst (1902), Uriburu (1907), Adamson (1895), Béclère (1894), Nicolas et Lacombe (1905), Niewenhuis (1907), Gueguen (1911), Carré (1909), Bidault (1911), Galgand (1904), Pellagetti

(1909), Courmont (1890), Cazalbou (1913-1914), Sprecher (1911), Pelardy (1907), Suis (1907), Paul Née (1906), Petzes (1914-1923), Lutembacher (1911), Brault (1916), Froilano de Mello (1917-1922), Ota (1922), Rondresse (1922), Schönfeld (1921), Lima Carneiro (1922), Rivalier (1922), Hudelo (1923), Ardeira Neves (1923), Janselm et Bloch (1923), etc., etc.

La plupart de ces travaux se rapportent à la connaissance de nouvelles espèces ou à la forme des lésions que ces différentes espèces causent sur les malades, au niveau de la peau. D'ailleurs Sabouraud, en même temps que ces auteurs, et après 1910, a publié un grand nombre d'observations rapportées surtout sur l'aspect clinique des lésions causées par les différentes espèces.

La question mycologique des Dermatophytes, après Duclaux, Verujsky, Grawitz, fut étudiée par Matruchot et Dassonville, dans une série de notes que les auteurs ont présentées en même temps que Sabouraud commençait ses études sur les *Trichophyton*.

L'intérêt particulier que présentent les travaux de Matruchot et Dassonville, pour le point de vue mycologique de Dermatophytes, doit nous arrêter et nous oblige à faire un exposé succinct de leurs travaux, parce que nous devrons y revenir dans le chapitre de la classification.

Ces auteurs, dans une première note du *Bulletin de la Société centrale vétérinaire*, du 14 mars 1901, étudient et établissent les caractères communs que présente le *Ctenomyces serratus* Eidam et le *Trichophyton equinum*, qu'ils ont étudiés également.

Ainsi, ils observent dans les *Ctenomyces serratus* :

1° Des filaments mycéliens cloisonnés ;

2° Des chlamydospores intercalaires ;

3° Des fuseaux pluriseptés que les premiers auteurs ont observés ;

4° Des organes pectinés observés dans les Dermatophytes par Sabouraud ;

5° Des tortillons spiralés décrits pour la première fois par Duclaux.

Les organes pectinés et les tortillons spiralés sont considérés comme des ornements des périthèces qu'on trouve dans le *Ctenomyces*, qui présente des périthèces tout à fait semblables à ceux des Gymnoascées, avec ascospores. En plus, les auteurs ont trouvé des buissons conidiens que Eidam a décrits dans les *Ctenomyces serratus*.

L'ensemble de ces faits a servi de base à ces auteurs pour placer les Dermatophytes dans la famille des Gymnoascées.

Cette hypothèse fut confirmée quelque temps après, à la suite de la description que donnent les mêmes auteurs d'un Champignon parasite trouvé dans une Dermatomycose canine. Chez ce Champignon, les auteurs ont observé de véritables périthèces avec ascospores, tout à fait semblables à ceux des Gymnoascées. Ce Champignon dermatophyte a été décrit sous le nom d'*Eidemella spinosa*.

Les preuves apportées par Matruchot et Dassonville sont suffisamment démonstratives pour considérer dorénavant les Dermatophytes comme des Gymnoascées; c'est donc avec juste raison que certains auteurs, dont Sartory, dans son livre de 1922, les place dans les Ascomycètes et dans la famille des Gymnoascées.

Malgré pourtant ce travail de Matruchot, il y a actuellement un problème beaucoup plus important à résoudre et qui répond au fait que des Dermatophytes, divisés actuellement en groupes, d'après surtout les caractères des lésions qu'ils provoquent et l'aspect de la culture géante, constituent un non-sens botanique, que tout le monde reconnaît, et les effets d'une telle classification sont la multitude de création de nouvelles espèces que chaque année nous apporte. En effet, la classification actuelle et le pléomorphisme de ces Champignons se prêtent beaucoup à la création de nouvelles espèces. Nous croyons donc qu'il s'agit surtout d'établir des caractères mycologiques stables entre ces parasites, et c'est le point que nous tâcherons ici d'éclaircir dans notre chapitre de classification, secondé dans nos suggestions beaucoup par l'étude cytologique que nous ferons sur plusieurs Dermatophytes.

Quelques auteurs ont étudié la question de l'immunité

des animaux ou des malades atteints de Dermatomycoses, et BLUMENTHAL et HAUPT (*Immunisatorische Vorgange bei der Trichophytie des Menschen*) ont préparé des antigènes et se sont adressés à la réaction de fixation pour établir des caractères spécifiques par les phénomènes que donne l'agglutination. Mais, jusqu'à nouvel ordre, la réaction de fixation du complément et toutes les réactions basées sur les mêmes principes nous paraissent de plus en plus d'une valeur douteuse. Il est en tout cas, pour le moment, impossible de nous servir de ces caractères, pour distinguer des espèces et des genres botaniques.

Telle est, en somme, la position du problème des Dermatophytes dont le nombre d'espèces augmente tous les jours, et dont les caractères sont décrits actuellement dans des livres classiques, tels que ceux de GUÉGUEN, BODIN, GEDOELST, SARTORY plus récent, et surtout SABOURAUD.

Nous terminerions ici la question des généralités sur les Dermatophytes, si un point que nous préciserons plus amplement dans le chapitre classification ne devait pas retenir notre attention plus particulièrement.

Nous savons que la diversité des lésions a conduit SABOURAUD et les auteurs que nous venons de citer à l'idée de la diversité des espèces, d'où est sortie la classification actuelle, laquelle rassemble en groupes des espèces mycologiquement dissemblables, en se basant sur un certain nombre de lésions types (godet favique, spores endothrix, spores ectothrix, spores endoectothrix, etc.), ou sur l'aspect de la culture géante (culture acuminée, cratériforme, glabre, poudreuse, duveteuse, etc.).

Nous nous demandons donc si ces principes (diversités des lésions, donc diversités d'espèces) sont exacts, ou si, au contraire, un seul type de lésions peut être occasionné par des Dermatophytes mycologiquement tout à fait différents, et si, inversement, un seul Dermatophyte peut occasionner plusieurs types de lésions.

Ce sont ces deux principes que nous pensons exposer dans le chapitre *Classification*, plus amplement, parce que nous croyons que les auteurs n'y attachent pas suffisamment d'im-

portance et que, inspirés ainsi de mauvais départs, on arrive à considérer les choses comme en bactériologie, où il y a fixité entre les microbes, la lésion et les syndromes dont l'ensemble constitue la maladie.

Il nous reste à dire quelques mots avant de terminer l'historique de cette période, pendant laquelle, en somme, la parasitologie mycologique a connu son plus haut niveau, sur les travaux des auteurs qui ont mis en lumière d'autres syndromes parasitaires plus importants.

Autres Champignons parasites (1890-1924). — Vers 1896, Schenk isola, aux États-Unis, du pus des gommes cutanées de malades, un Champignon qui fut étudié par Erwin Smith, du département de l'Agriculture de Washington. En 1899, Brayton publia un cas cliniquement analogue, mais sans décrire le parasite, parce qu'il ne l'a pas cultivé. En 1900, Hetœn et Perkins ont décrit le *Sporotrichum Schenki*, isolé des abcès sous-cutanés multiples. En France, le premier cas publié de Sporotrichose fut celui de Beurmann et Ramond en 1903, qui ont isolé un *Sporotrichum* du pus d'abcès sous-cutanés multiples. Le malade fut traité par l'iodure, sur les conseils de Sabouraud, et le parasite a été étudié par Matruchot et Ramond, qui lui ont donné le nom de *Sporotrichum Beurmanni*. A partir de 1906, les cas de Sporotrichoses se sont multipliés, et l'ensemble de la question clinique et mycologique a fait l'objet de la monographie classique de Beurmann et Gougerot (*les Sporotrichoses* de Beurmann et Gougerot, 1912). Neuf espèces ont été rattachées à deux genres, suivant des bases de classification mycologique fournies par Vuillemin.

Jusqu'à ces dernières années, on suivait les indications du mycologue américain Smith et du botaniste français Matruchot, qui classaient les Champignons des Sporotrichoses dans le genre *Sporotrichum*.

Vuillemin, au contraire, réserve le nom de *Sporotrichum* aux Mucédinées hyalosporées, c'est-à-dire à des Champignons à thalle filamenteux ramifié avec conidies incolores, sans aucun pigment.

Dans ce genre *Sporotrichum*, on ne connaît jusqu'aujourd'hui qu'une seule espèce, les *Sporotrichum Carougeaui* (Langeron, 1913), qui a été isolé à Madagascar par Fontoynont et Carougeau.

Par contre, d'autres espèces connues présentent rapidement sur tous les milieux une coloration brun-chocolat ou fuligineuse, coloration qui diffuse dans le substratum. Il y a donc un pigment brun qu'on ne trouve pas dans les *Sporotrichum* vrais. La présence de ce pigment dans les cultures et l'existence de denticules portant les conidies, et qui persistent après la chute de la spore, ont amené Vuillemin à distinguer le genre *Rhinocladium* adopté aujourd'hui et qui fait partie des Dématiées phéosporées, c'est-à-dire de Champignons filamenteux dont le mycélium et les conidies sont colorés par un pigment fuligineux. Le genre *Rhinocladium* a été établi par Sacardo et Marchal (1899), tandis que le genre *Sporotrichum* l'a été par Link (1809).

Dans le genre *Rhinocladium*, on comprend donc, avec Langeron, huit espèces connues :

1° *R. asteroides* (Splendore, 1908), Brésil ;

2° *R. Beurmanni* (Matruchot et Ramond, 1905) ;

3° *R. Conlcimani* (Wolbach, Sisson et Meier, 1917), États-Unis ;

4° *R. Gougeroti* (Matruchot, 1910), France ;

5° *R. indicum* (Castellani, 1908), Indes ;

6° *R. Jeanselmei* (Brumpt et Langeron, 1910), France ;

7° *R. Lesnei* (Vuillemin, 1910), Madagascar ;

8° *R. Schenki* (Hektoen et Perkins, 1900), États-Unis.

Nous devons également rappeler qu'on a décrit le *Sporotrichum dispar* (E. Vidal, 1882) et le *S. Dori* (Beurmann et Gougerot).

En ce qui concerne ces deux derniers parasites, nous sommes d'accord avec M. Langeron pour les classer dans le genre *Nocardia* et les nommer *Nocardia dispar* et *Nocardia Dori*, parce qu'ils ressemblent aux Microsiphonées.

Nous avons donc :

Genre *Nocardia*.... { *Nocardia dispar.* / *Nocardia Dori.*

Par contre, le *Sporotrichum Carougeaui* restera comme véritable *Sporotrichum*.

On a beaucoup parlé également des formes-levures de *Sporotrichum*. Elles furent décrites, dans les cultures, par Lutz et Splendore, Beurmann et Gougerot, etc.

En outre, elles ont été retrouvées au niveau de tissus par Garin, Pinoy, Magrou et Olga Tour. Ces auteurs ont trouvé que le Champignon bourgeonne comme les levures et Olga Tour (*Thèse de Paris*, mars 1912) fait remarquer que les formes-levures de lésions proviennent du bourgeonnement des conidies et non de la dissociation du thalle.

Grégo, Pinoy, Splendore ont décrit dans les tissus (vaisseaux sanguins) des formes filamenteuses.

Nous aurons l'occasion de revenir sur les aspects que prennent ces Champignons et sur leur classification.

A peu près à la même époque, toute une série d'auteurs français et étrangers : Vuillemin, Legrain, Busse, San Felice, Gilchrist, Montgomery, Valker, Cleary, Irons. et Graham, etc., isolaient de différentes tumeurs des levures pathogènes provocatrices d'infections locales ou généralisées.

La même année, Royer et Sartory décrivaient plusieurs organismes nouveaux du genre *Oospora* (*Oospora pulmonalis*, *Oospora buccalis*, *Oospora bronchialis*). Ils constataient leur présence dans les crachats d'individus suspects de tuberculose pulmonaire. Sous le nom d'Oosporoses, ces auteurs ont rassemblé les différentes affections à *Oospora*.

Les mycoses attiraient de plus en plus l'attention. En recherchant la Sporotrichose, on découvrait d'autres affections cryptogamiques. C'est ainsi que Gougerot et Caraven ont individualisé une nouvelle mycose : l'Hémisporose, due à l'*Hemispora stellata* Vuill. ; De Beurmann, Gougerot et Vaucher, une Oïdiomycose due à un parasite nouveau : l'*Oidium cutaneum*. C'est encore en recherchant la Sporotrichose que Bruno Blocj, à Bâle, a découvert la *Mastigocladium Blochii*, premier exemple des Cladioses humaines; que Potron et Noisette ont cultivé l'*Acremonium Potroni*, premier exemple des Acrémonioses.

Récemment, Brault (d'Alger) a isolé un parasite nouveau :

l'*Enantiothamnus Braulti*, que PINOY a étudié. GUÉGUEN a publié, également peu après, un mémoire fort intéressant sur un *Cladosporium* pathogène.

Tout récemment encore, en 1917, 1918, 1919, on a décrit une série d'organismes nouveaux (*Endomyces pulmonalis*, *Endomyces Cruzi*, *Saccharomyces labialis*, *Saccharomyces Ferrani*, *Madurella Ramiroi*, *Discomyces bahiensis*, *Scopulariopsis*, des Onychomycoses de SARTORY, *Zymonema histosporocellularis*, etc., etc., provenant d'expectorations de tumeurs, de mycétomes, d'abcès, etc.

V. — Historique de la cytologie des Champignons.

La cytologie jouant un rôle important dans nos recherches, nous croyons nécessaire de mettre le lecteur au courant de l'état actuel de nos connaissances sur la cytologie, avant de résumer les quelques travaux, d'ailleurs fort rares, qui ont été consacrés à la cytologie des Dermatophytes.

Les recherches cytologiques sur les Champignons ont été d'abord orientées vers l'étude du noyau. Ce n'est qu'en 1879 que SCHMITZ est parvenu pour la première fois à mettre en évidence la présence du noyau dans les Champignons. Les recherches de SCHMITZ furent rapidement suivies de nouveaux nombreux travaux sur le noyau des Champignons de STRASBURGER, SADEBECK, FISCH, ROSENVINGE, qui démontrèrent l'existence du noyau dans les Champignons les plus divers.

Ces recherches aboutirent à ce résultat qu'il y a lieu de distinguer dans les Champignons trois types de structures : 1° mycélium dépourvu de cloisons et formé simplement par un cytoplasme renfermant de nombreux noyaux dont chacun peut être considéré, avec le cytoplasme qui l'entoure, comme représentant une cellule indistincte, c'est-à-dire ce qu'on appelle *énergide* ; l'ensemble de cette structure constitue ce que VUILLEMIN désigne sous le nom de *cénocyte* ; elle caractérise les Siphomycètes ; — 2° mycélium divisé en compartiments par de nombreuses cloisons ; chacun des compartiments offrant plusieurs noyaux et correspondant non à une cellule, mais à un assemblage de cellules indis-

tinctes, c'est-à-dire à ce qu'on appelle un *article* ou, selon Vuillemin, un *apocyte*; — 3° mycélium formé de véritables cellules à un seul noyau.

Ce sont ces deux derniers types de structure qui caractérisent les Eumycètes ou Champignons supérieurs (Ascomycètes et Basidiomycètes). Mais, entre ces deux derniers types de structure, on peut trouver tous les intermédiaires. Enfin il existe des mycéliums cloisonnés où chaque compartiment renferme deux noyaux ou dicaryons et constituent ce que Vuillemin appelle des *diplocytes*; ce sont, en réalité, de véritables cellules représentant la phase diploïde ou sporophyte dans laquelle les deux noyaux dérivés de la fécondation, au lieu de se fusionner comme dans le cas normal, sont restés distincts.

Les noyaux des Champignons sont très petits, sauf dans certains appareils de reproduction comme les asques et les basides. Ils se présentent sous forme de petits corps arrondis formés par un nucléoplasme incolore entouré par une membrane et un gros nucléole. Ce n'est que dans les cas les plus favorables que l'on parvient à observer dans le nucléoplasme de la chromatine sous forme de petits grains ou d'un réseau sur le bord de la membrane. Cependant l'étude des grosses cellules, telles que les asques ou les basides, montre que ce noyau offre une structure très distincte, qui est tout à fait analogue à celle des noyaux des végétaux supérieurs.

La question du noyau des levures resta plus longtemps discutée, et ce n'est qu'en 1901-1902 que les recherches de Guilliermond ont établi d'une manière définitive son existence. Cet auteur a fourni la preuve qu'il existe dans les levures un seul noyau tout à fait semblable à celui des autres Champignons.

Le mode de division du noyau seul reste discuté, du moins pour ce qui concerne le mycélium de beaucoup de Champignons. Dans les Siphomycètes, Olive a décrit, dans le mycélium de certaines Entomophtoracées (*Empusa*), l'existence d'une mitose très rudimentaire, assez proche de celle des Infusoires.

Dans d'autres Entomophtoracées (*Basidiobolus*), la mitose

est un peu plus évoluée (Raciborski, Woyciki, Löwenthal, Fries, Olive). Dans les Péronosporacées, Wager, Berlese, Stewens, Ruhland, Rosenberg et Krüger décrivent également une mitose à caractère un peu primitif dans l'oogone. Dangeard observe également une mitose dans le mycélium de certaines Chytridiacées. Moreau décrit aussi dans les Mucoracées une mitose dans le mycélium et dans les zygospores. La mitose est observée aussi dans les Saprolégniacées, aussi bien dans le mycélium que dans les gamétanges (Trow, Hartog, Davis, Miyake, Claussen).

Dans les Urédinées et les Basidiomycètes, les divisions nucléaires semblent s'effectuer constamment par mitose, comme l'ont démontré les travaux de Poirault et Raciborki, de Sappin-Trouffy et Juel, de Maire et de beaucoup d'autres auteurs. C'est dans les asques des Ascomycètes supérieurs, qui sont certainement les plus grosses cellules que l'on rencontre dans les Champignons, que l'on a pu observer avec le plus de détail la mitose. Cette mitose a été mise en évidence par les travaux de Gjurasin, de Harper, de Guilliermond, de Maire et d'un grand nombre d'autres auteurs. Elle présente cette particularité qu'elle s'effectue dans l'intérieur de la membrane nucléaire, qui ne se résorbe qu'à la téloplase et que le nucléole persiste pendant tout le phénomène. Guilliermond a pu mettre en évidence des mitoses dans les asques d'une levure, le *Schizosaccharomyces octosporus* ; celle-ci paraît s'effectuer par un processus semblable à celui observé dans les Ascomycètes supérieurs.

Cependant, dans un très grand nombre de cas, il semble que la division nucléaire s'effectue par amitose, c'est ainsi que, dans les Ascomycètes, la mitose n'a guère été observée que dans les asques. Dangeard et Foex l'ont vue cependant pendant la formation des oïdies de certaines Érysiphacées. Mais, il semble, autant qu'on peut en juger par la petitesse des noyaux, que la division nucléaire s'effectue surtout par amitose dans le mycélium (Guéguen, Guilliermond, Maire, Pénau, etc.). En tout cas, bien que certains auteurs aient décrit une mitose (Swellengrebel et Fuhrmann), il semble bien démontré par les recherches de Guillier-

MOND, confirmées par d'autres auteurs (KOHL, WAGER et PENISTON, PÉNAU, FEINBERG, HENNEBERG), que le noyau des levures se divise toujours par amitose pendant le bourgeonnement. Ainsi un seul point reste obscur relativement à la question du noyau des Champignons, c'est son mode de division dans le mycélium.

Par contre, l'étude du cytoplasme n'a été abordée que depuis peu de temps et a donné lieu à un grand nombre de travaux récents et à d'importantes controverses.

Dès 1901, GUILLIERMOND a attiré l'attention sur l'existence, dans les vacuoles des levures et des moisissures, de corpuscules colorables sur le vivant par la plupart des colorants (rouge neutre, bleu de Nil, de crésyl, de méthylène), qui se présentent dans le suc vacuolaire sous forme de granulations de dimensions très variables et animées de mouvements browniens. Ces corps, après fixation à l'alcool ou au formol, présentent une vive électivité pour l'hématéine et les colorants bleus basiques d'aniline qui leur donnent une teinte métachromatique rougeâtre. Ils se colorent de la même manière après fixation au picroformol, bien que l'acide picrique diminue leur électivité pour les colorants. Au contraire, les liquides renfermant de l'acide osmique ou des sels de chrome suppriment leur électivité pour les colorants. GUILLIERMOND a montré que ces corps sont assimilables aux granulations désignées dans les bactéries par BABÈS sous le nom de *corpuscules métachromatiques* et par BUTSCHLI dans les Cyanophycées sous celui de grains rouges. GUILLIERMOND a retrouvé ces corps dans la plupart des Champignons et dans les Algues. L'étude de leur évolution pendant la formation de l'asque des levures et des Ascomycètes supérieurs lui a permis de constater que ces corps s'accumulent en grande quantité dans l'épiplasme et sont peu à peu absorbés par les spores pendant leur croissance. Ils se comportent donc comme le glycogène et les globules graisseux, qui coexistent le plus souvent avec eux dans l'épiplasme, et peuvent être considérés comme des produits de réserve.

L'étude des corpuscules métachromatiques est ensuite reprise par Arthur MEYER, qui conclut comme GUILLIER-

MOND que ces corps sont des produits de réserve. L'auteur cherche surtout, par une série de réactions microchimiques, à mieux caractériser ces corps et à préciser leur nature chimique. Il émet l'opinion qu'ils seraient constitués par une combinaison d'acide nucléique.

Arthur MEYER désigne ces corps sous le nom de *grains de volutine* et réserve à la substance qui les constitue celui de volutine. Mais GUILLIERMOND fait remarquer que le terme de corpuscules métachromatiques créé par BABÈS, qui a découvert ces corps dans les bactéries, a la priorité et l'avantage d'indiquer une des propriétés caractéristiques de ces corps. Il propose donc de conserver ce nom et de remplacer le terme de volutine par celui de métachromatine. A la suite des travaux de GUILLIERMOND et d'A. MEYER, le rôle et la nature chimique des corpuscules métachromatiques furent l'objet d'un grand nombre de travaux.

KOHL admet, à la suite d'Arthur MEYER, que les corpuscules métachromatiques sont des combinaisons d'acide nucléique. Cette opinion a été appuyée ensuite par VAN HERWERDEN sur une série de preuves expérimentales indirectes. En traitant des extraits préparés avec des cultures fraîches de Champignons (*Torula*, *Ustilago*, *Penicillium*) par de la nucléase qui dédouble l'acide nucléique, l'auteur obtient la disparition de la métachromatine. D'autre part, en cultivant des Champignons divers (*Ustilago Maydis*, *Torula*, *Monilia*, Levure de lactose, *Saccharomyces cerevisiæ*) dans un milieu rigoureusement dépourvu de composés phosphatés, l'auteur montre que ces Champignons ne renferment aucune trace de métachromatine. En les transportant ensuite dans un milieu phosphaté, les corpuscules réapparaissent. VAN HERWERDEN constate que les corpuscules métachromatiques sont solubles dans une solution très diluée de soude et parvient à extraire, de la solution obtenue en traitant ainsi des Champignons, un composé d'acide nucléique qu'il ne peut pas obtenir à partir de Champignons cultivés en milieu dépourvu de phosphore.

Au contraire, PÉNAU, dans ses études sur l'*Endomyces albicans*, croit constater que les corpuscules métachro-

matiques se colorent par le soudan et pense qu'ils représentent des lipoïdes.

La plupart des auteurs se sont ralliés à l'opinion de GUILLIERMOND et admettent que les corpuscules métachromatiques sont des produits de réserve (MAIRE, dans son étude sur les *Botryosporium pulchellum*; PÉNAU, dans ses études sur l'*Endomyces albicans*). FOEX croit remarquer que, dans les Érisyphacées, les corpuscules métachromatiques se transforment en corps connus sous le nom de *Fibrosinkörner* et considérés comme constitués de callose. F. MOREAU constate, de son côté, que les corpuscules métachromatiques, dans les cellules des tubercules de *Verticillum Lactarii*, produisent à leur intérieur une vacuole qui marquerait le début de leur transformation en une autre substance.

Dans cette étude faite avec Mme MOREAU, le même auteur conclut au rôle de matière de réserve des corpuscules métachromatiques.

Au contraire, reprenant une ancienne hypothèse formulée par certains bactériologistes (entre autres par BEHRING) à propos des corpuscules métachromatiques de bactéries, HENNEBERG admet que les corpuscules métachromatiques représenteraient des diastases qui toutes auraient des propriétés communes, entre autres celle de se colorer métachromatiquement. Les corpuscules métachromatiques des levures correspondraient à la zymase. L'auteur remarque que les levures les plus riches en corpuscules métachromatiques sont les ferments les plus actifs et que l'addition de phosphates dans les cultures qui a une action spécifique sur le développement de la zymase détermine une augmentation de corpuscules métachromatiques.

Mais VAN HERWERDEN montre que des levures dépourvues de corpuscules métachromatiques conservent leur pouvoir ferment et pense qu'ils constituent au contraire des produits de réserve.

KOHL, GUILLIERMOND, puis PÉNAU ont signalé dans les levures et dans les moisissures la présence dans le cytoplasme de grains sidérophiles de formes très irrégulières. KOHL les considère comme des cristalloïdes de protéine.

Guilliermond et Pénau les distinguent sous le nom de grains basophiles.

La présence de granulations graisseuses est observée par beaucoup d'auteurs dans les levures et le mycélium des Champignons, notamment par Amato, qui montre que, dans le *S. ellipsoideus*, il existe deux catégories de granulations graisseuses : les unes noircissent par l'acide osmique et sont des grains neutres, les autres brunissent seulement par l'acide osmique et correspondent à des lipoïdes.

On sait, d'autres part, depuis les recherches d'Errera, que le glycogène se rencontre dans la plupart des Champignons.

Les recherches de Guilliermond sur le chondriome des Champignons, suivies de celles de P.-A. Dangeard sur la métachromatine, ont ouvert des horizons nouveaux et amené un grand progrès dans la connaissance de la structure des Champignons.

Guilliermond (1911-1913) met en évidence un chondriome constitué surtout par des chondriocontes dans les asques de *Pustularia vesiculosa*. Peu de temps après, Janssens, Van de Putte et Helsmortel vérifient les observations de Guilliermond sur le chondriome des asques de *Pustularia* et montrent l'existence de chondriosomes dans le *Saccharomyces cerevisiæ*. Presque en même temps, Guilliermond fait connaître l'existence d'un chondriome dans un grand nombre de Champignons divers (*Penicillium glaucum*, *Botrytis cinerea*, Levures, Mucoracées, Basidiomycètes, etc.) et conclut à la présence du chondriome dans tous les Champignons. Guilliermond admet que les grains basophiles signalés par Kohl, par Pénau et par lui-même, dans les levures, ne sont autre chose que des chondriosomes altérés par les fixateurs.

Le chondriome est retrouvé ensuite dans la plupart des Champignons par Lewitsky (Péronosporacées), Beauverie et Mme F. Moreau (Ustilaginées, Urédinées, Autobasidiomycètes), par F. Moreau (Mucoracées), Henneberg (Levures), Vonwiller, Cowdry et Lewitsky (Myxomycètes). Toutefois la découverte de ce chondriome a été le point

de départ d'une longue controverse entre DANGEARD et GUILLIERMOND. En observant l'évolution du chondriome dans les asques de *Pustularia vesiculosa*, GUILLIERMOND avait remarqué que, aux stades correspondant à une forte production de corpuscules métachromatiques, les chondriocontes forment sur leur trajet de petites vésicules et avait cru pouvoir émettre l'opinion que ces vésicules correspondaient à la formation, au sein des chondriocontes, de petits corpuscules métachromatiques non colorables par les méthodes mitochondriales. Les corpuscules se seraient donc formés comme l'amidon dans les Phanérogames. Ce n'est qu'ultérieurement que ceux-ci se seraient détachés du chondrioconte pour émigrer dans les vacuoles. Cette opinion, adoptée par BEAUVERIE, LEWITSKY et F. MOREAU, était inexacte, et les recherches de DANGEARD ont démontré que les corpuscules métachromatiques naissent toujours dans les vacuoles.

Par des observations à l'aide des colorants vitaux, DANGEARD a montré que les corpuscules métachromatiques sont en réalité des produits artificiels résultant de la précipitation sous l'influence des colorants vitaux ou des fixateurs d'une substance se trouvant dans les vacuoles à l'état de solution colloïdale. Ce n'est que rarement, selon DANGEARD, que l'on observe, dans les vacuoles sans coloration vitale, la présence de corpuscules métachromatiques, et ceux-ci, quand ils se montrent, sont toujours en très petit nombre, alors que les colorations vitales et les fixations en révèlent un grand nombre. On peut d'ailleurs, au moyen de colorations vitales, constater l'apparition de corpuscules métachromatiques dans les cellules qui n'en renfermaient pas. La métachromatine existe donc normalement dans les vacuoles à l'état de solution colloïdale, et les corpuscules métachromatiques sont le résultat de la précipitation de cette substance sous l'influence des colorants vitaux et des fixateurs. DANGEARD en conclut que les corpuscules métachromatiques ne peuvent avoir une origine mitochondriale.

L'observation de la formation des vacuoles dans certains Champignons (Mucoracées et Saprolégniacées) a montré à DANGEARD que les vacuoles apparaissaient dans les parties

jeunes du mycélium sous forme de très nombreuses et petites vacuoles, en forme de filaments, ressemblant tout à fait à des chondriocontes. Ces filaments formés par une solution épaisse de métachromatine prennent une teinte uniforme par les colorants vitaux, puis se gonflent et se fusionnent en grosses vacuoles dans lesquelles les colorants vitaux déterminent la précipitation de la métachromatine. Dangeard remarque, en outre, la présence dans le cytoplasme de tous les Champignons de petits grains très réfringents, se déplaçant rapidement et brunissant plus ou moins par l'acide osmique. Ces grains, qui paraissent se transformer en globules oléagineux, sont désignés par Dangeard sous le nom de microsomes. Partant de ces faits, l'éminent botaniste admet que ce que l'on a décrit dans les cellules animales et dans les Champignons sous le nom de chondriome correspond en partie aux formes initiales du système vacuolaire rempli de métachromatine, en partie aux microsomes. Dangeard admet que ces deux catégories de formation se colorent par les méthodes mitochondriales. Enfin, le même auteur attribue à la métachromatine un rôle physiologique très important ; il pense que cette substance jouerait le rôle d'osmotine et d'électivine.

A la suite des travaux de Dangeard, Guilliermond reprend ses recherches sur les corpuscules métachromatiques. Il vérifie les observations de Dangeard et démontre, comme cet auteur, que la métachromatine existe normalement à l'état de solution colloïdale dans les vacuoles et que les corpuscules métachromatiques sont le plus souvent le résultat de la précipitation de cette substance sous l'action des colorants vitaux et des fixateurs. Par contre, il proteste contre l'opinion de Dangeard relative au chondriome et démontre que le chondriome est un système tout à fait indépendant du système vacuolaire et ne saurait être confondu avec ce dernier.

L'étude du mycélium de l'*Endomyces Magnusii* permet à Guilliermond d'observer sur le vivant des chondriosomes qui se présentent en général sous forme de chondriocontes peu réfringents. Ces chondriosomes sont bien différents des

vacuoles qui apparaissent dans les filaments jeunes comme de nombreuses et petites inclusions liquides, toujours nettement plus grosses que les chondriosomes et ne ressemblant en rien par leurs formes à ces éléments. L'auteur constate, en outre, dans le cytoplasme, la présence de petits grains très réfringents et osmio-réducteurs correspondant aux microsomes de DANGEARD et également très distincts des chondriosomes. Les vacuoles présentent une vive électivité pour la plupart des colorants vitaux, tandis que les chondriosomes ne se colorent que par le violet de Dahlia et très difficilement. En traitant un mycélium d'*Endomyces Magnusii* par une solution très diluée de rouge neutre et de violet de Dahlia, GUILLIERMOND obtient la double coloration vitale du chondriome et du système vacuolaire et parvient à constater que la métachromatine se forme directement au sein des vacuoles, sans l'intermédiaire des chondriosomes, contrairement à l'hypothèse qu'il avait formulée. Quant aux microsomes, ce ne sont, d'après GUILLIERMOND, que de petits globules graisseux ou lipoïdes qui se fusionnent dans la suite pour constituer de gros globules d'aspect oléagineux. GUILLIERMOND montre enfin que ni les microsomes, ni la métachromatine ne se colorent par les techniques mitochondriales, tandis qu'au contraire les méthodes de fixation propres à la différenciation de la métachromatine sont celles qui ont une action dissolvante sur les chondriosomes.

Dans une autre série de recherches, GUILLIERMOND confirme ses résultats par l'étude de diverses Saprolégniacées beaucoup plus favorables encore à l'observation vitale que l'*Endomyces Magnusii*. Il constate ici que les vacuoles présentent dans les parties jeunes du mycélium des formes filamenteuses ou réticulées semblables à celles décrites par DANGEARD, mais celles-ci, par leurs réactions microchimiques, de même que par leurs formes, ne peuvent être confondues avec les chondriosomes.

GUILLIERMOND démontre, en outre, que le glycogène et les globules graisseux se forment directement dans le cytoplasme sans l'intermédiaire du chondriome. Une étude microchimique des globules graisseux de divers Champignons le

conduit à admettre que ces corps sont tantôt des graisses neutres, tantôt des lipoïdes.

Tel est l'état actuel de la question de la cytologie des Champignons.

Historique sur la cytologie des Champignons pathogènes. — Les Champignons pathogènes qui font l'objet de notre étude n'ont été l'objet que d'un nombre très restreint de recherches. Il y avait donc intérêt à entreprendre l'étude cytologique méthodique de ces Champignons, qui n'avait pour ainsi dire pas été abordée jusqu'ici.

On ne connaît que trois notes relatives à ces Champignons. Une courte note de Pénau a pour objet l'étude cytologique du *Sporotrichum Beurmanni*. L'auteur observe un seul noyau dans les cellules du mycélium, de même que dans les oïdies et les conidies. Ce noyau se colore uniformément, sauf dans les cas les plus favorables, où il montre un nucléoplasme et un caryosome. Sa division s'effectue par amitose. Pénau observe, en outre, dans le cytoplasme des granulations sidérophiles, assemblées en amas ou en grappes volumineuses, qui s'égrènent dans le cytoplasme ; il désigne ces grains, qu'il avait déjà observés dans le Champignon du Muguet, sous le nom de *grains basophiles*. Enfin l'auteur constate la présence de corpuscules métachromatiques colorables en rouge par le bleu polychrome, situés d'abord dans le cytoplasme et qui émigrent ensuite dans les vacuoles. Il constate que les corpuscules métachromatiques sont beaucoup plus abondants après fixation à l'alcool qu'après fixation au liquide de Lavdowski et, pour expliquer ce fait, il admet qu'après fixation par l'alcool les grains basophiles se colorent métachromatiquement par le bleu polychrome et se confondent avec les corpuscules métachromatiques, tandis qu'après fixation par le liquide de Lavdowski les corpuscules métachromatiques seuls se colorent.

Deux autres travaux ont rapport aux Champignons des Teignes. L'un, de Plato et Guth, a pour but d'observer, par coloration vitale au rouge neutre, les corpuscules métachromatiques des bactéries (Bacilles du charbon, diphtérique

et pseudodiphtérique, typhique et coli, *megatherium*, Gonocoques, *Spirillum volutans*). Les auteurs retrouvent des corpuscules semblables dans le *Penicillium brevicaule* et dans un Champignon trichophyte provenant du contour d'une pustule d'un noyau dur infiltré au menton d'un jeune homme.

En colorant vitalement la culture pure du Champignon, les auteurs constatent la présence dans les loges des fuseaux de nombreux corpuscules colorables par le rouge neutre. Lors de la germination, ces corpuscules émigrent dans les tubes germinatifs, mais en même temps de nouveaux corpuscules se forment dans ceux-ci. Les auteurs s'attachent à observer les modifications qui se produisent dans la forme de ces corpuscules au cours de l'observation, mais sans les interpréter.

Enfin Beauverie et Hollande, dans une courte note, indiquent une méthode nouvelle permettant de différencier les Champignons des Teignes sur les poils et les squames. Cette méthode consiste à fixer pendant une à deux heures les poils ou les squames dans le mélange suivant :

Alcool 95°	50 centimètres cubes.
Éther sulfurique.....	50 —
Acide acétique	1 centimètre cube.

Les poils ou les squames sont ensuite colorés pendant cinq à dix minutes dans le bleu polychrome de Unna ou dans le bleu polychrome de Hollande, puis différenciés dans une solution de *Glycerinæthermischung* et montés au baume. Le mycélium apparaît ponctué de grains rouges localisés dans le cytoplasme, quand ils sont très petits, et dans les vacuoles quand ils sont plus gros. On les retrouve aussi dans les spores. La méthode réussit avec les *Microsporon* et les *Achorion*.

Ce sont là les seules connaissances que nous possédions actuellement sur la question.

VI. — Technique.

Nous envisagerons d'abord la manière d'obtenir des cultures pures favorables à l'étude cytologique ; nous décrirons ensuite les diverses techniques utilisées pour cette étude.

A. Les cultures. — Nous avons employé des milieux liquides, mais nos résultats ont été surtout enregistrés sur des cultures en milieux solides : moût de bière gélosé, milieu d'épreuve Sabouraud, milieu de conservation Sabouraud, gélose de Gorodkowa. Les résultats définitifs sont les mêmes, quel que soit le milieu choisi : les détails morphologiques caractéristiques de l'espèce considérée peuvent apparaître plus tôt sur tel milieu, plus tard sur tel autre ; ce sont là détails sans importance.

B. Les méthodes cytologiques. — On peut les classer sous deux rubriques : 1° techniques d'observation vitale et post-vitale ; 2° techniques de fixation et de coloration.

1° *L'observation vitale et post-vitale.* — Les filaments mycéliens sont délicatement dissociés sur lame au moyen de fines aiguilles. On peut alors les observer soit après simple montage dans une goutte d'eau, soit après coloration vitale, soit après traitement par un réactif approprié. Un fort grossissement est dans tous les cas indispensable.

a. L'examen après montage dans une goutte d'eau ne donne que peu de renseignements ; il permet d'observer les gouttelettes de graisses, grâce à la grande réfringence de ces inclusions. Le noyau et le chondriome ne sont visibles que d'une manière assez indistincte et toujours exceptionnellement.

b. On peut réaliser des colorations vitales du mycélium en dissociant les filaments dans des solutions diluées de rouge neutre, de bleu de Nil, de bleu de crésyl ou de bleu de méthylène. Ce sont les vacuoles qui fixent les colorants ; elles se teignent d'une manière diffuse, tout en laissant le plus souvent reconnaître dans leur intérieur des précipités granuleux, intensément colorés (corpuscules métachromatiques). Nous

avons tenté de colorer vitalement les mitochondries, au moyen de solutions de violet-Dahlia ou de vert-Janus (DE HŒCHST). Les résultats obtenus ont toujours été incertains.

c. Nous avons utilisé, d'une manière courante, un certain nombre de réactions faciles, dans le but de mettre en évidence directement sur le mycélium frais divers produits importants de son métabolisme. Le glycogène est décelé immédiatement par montage des filaments mycéliens dans une solution dans l'iodure de K. Diverses formules ont été préconisées : une des plus simples est celle du liquide de LUGOL des bactériologistes (eau : 100 ; I K : 4 ; I : 2).

Les inclusions graisseuses sont mises en évidence par divers procédés : l'acide osmique, en solution aqueuse à 1 p. 100 ou 2 p. 100, se réduit à leur niveau et les colore en gris brun. Les solutions de rouge écarlate (SCARLACH) ou le Soudan III, dans l'alcool à 70°, sont aussi d'excellents réactifs des gouttelettes graisseuses qu'ils colorent en rouge vif.

2° *Les techniques de fixation et de coloration.* — La fixation est l'opération la plus importante ; on sait en effet que les colorants ne font que révéler l'action des fixateurs. Nous indiquerons donc d'abord nos méthodes de fixation, réservant pour la fin l'exposé rapide des techniques de coloration employées.

a. *Les fixateurs.* — Nous avons utilisé des fixateurs très variés : l'alcool, le formol, les liquides de PÉRENYI (*1*), de LENHOSSÈK (*2*), de FLEMMING, le picroformol de BOUIN (*3*). ont été tour à tour employés :

1. Liqueur de PÉRENYI :

Acide azotique à 10 p. 100	40	grammes.
— chromique à 0,6 p. 100	30	—
Alcool absolu	30	—

2. Liqueur de LENHOSSÈK :

Acide osmique à 2 p. 100	40	grammes.
— chromique à 1 p. 100	60	—
Acide acétique	20	—

3. Liqueur de BOUIN :

Solution saturée d'acide picrique	120	grammes.
Formol	20	—
Acide acétique	4	—

Nous avons obtenu les meilleurs résultats avec le formol et le mélange de Bouin. Ce dernier met en évidence, d'une manière particulièrement nette, les noyaux et leurs détails structuraux, tandis que le formol conserve mieux l'architecture cytoplasmique, fixe en général les mitochondries et permet de les colorer ultérieurement. Le chondriome est encore plus parfaitement fixé par la méthode Regaud (fixation pendant quatre jours : dans bichromate de K à 4 p. 100 : 80 ; formol neutre : 20 ; puis mordançage de quinze à vingt jours, dans bichromate de K à 4 p. 100), à laquelle nous avons eu parfois recours.

b. *Les procédés de coloration.* — Un procédé rapide consiste à colorer les filaments mycéliens fixés au formol ou au Bouin, dans l'hémalun. Après fixation au Bouin, les noyaux sont colorés en bleu violet avec une grande électivité et permettent l'observation de très fins détails structuraux (réseau chromatique). Les corpuscules métachromatiques, après fixation au formol ou au picroformol, apparaissent avec l'aspect de granules de teinte rouge vineux.

L'hématoxyline ferrique de Delafield donne des résultats analogues.

Mais le meilleur procédé de coloration, procédé applicable après action de tous les fixateurs, est celui de l'hématoxyline Heidenhain. Les filaments mycéliens fixés sont mordancés pendant vingt-quatre heures dans un bain d'alun de fer ammoniacal à 2,5 p. 100. Ils sont ensuite très soigneusement lavés, puis colorés également pendant vingt-quatre heures, dans le mélange suivant (Regaud) : eau distillée, 80 ; alcool à 95, 10 ; glycérine, 10 ; hématoxyline, 1 gramme. L'hématoxyline forme avec le sel de fer une laque insoluble au niveau des éléments cytologiques ayant retenu le sel au mordançage. Les objets ainsi colorés le sont généralement trop ; il convient donc de regresser la coloration générale obtenue au moyen d'une solution d'alun de fer identique à celle ayant servi pour le mordançage (différenciation). Cette décoloration est arrêtée par un lavage énergique dans l'eau pure, dès que l'intensité de coloration désirée est atteinte. Les noyaux sont colorés en noir et montrent une grande

finesse de détails. Les chondriosomes sont également, après fixation au formol ou au Regaud, teints en noir. Les corpuscules métachromatiques ne sont pas colorés, d'une manière générale tout au moins. Lorsqu'ils le sont, ils revêtent une teinte rougeâtre brillante caractéristique.

Le bleu polychrome de Unna, ou celui de Hollande, sont d'excellents colorants des corpuscules métachromatiques; ces derniers sont en effet colorés en rouge par ce liquide. Comme dans le cas de l'hématoxyline ferrique, cette coloration est *régressive*, c'est-à-dire que, pour obtenir l'intensité de coloration voulue, il faut régresser dans un liquide décolorant le *Glycerinæthermischung*. Les corpuscules métachromatiques sont colorés en rouge vif.

La plupart de ces observations ont été faites sur des filaments mycéliens dissociés. Cependant il arrive que l'épaisseur relative des membranes cellulaires s'oppose à une coloration vraiment délicate des détails cytologiques. Pour vaincre cet obstacle, nous avons eu recours à la méthode des coupes minces. Le mycélium est détaché de son substratum cultural, fixé, lavé, puis déshydraté, dans la série des alcools de degré croissant : alcools à 70, 80, 95 ; alcool absolu. Il est ensuite traité par le xylol jusqu'à éclaircissement complet, puis immergé dans un bain de paraffine à 56°. Les inclusions sont faites dans des moules de Leuckart, du type courant. Le mycélium ainsi inclus est débité à l'aide d'un microtome Minot, en coupes minces.

Les coupes sont collées sur lame au moyen de l'albumine de Mayer, puis colorées par l'une quelconque des techniques plus haut indiquées. Cette méthode donne des détails cytologiques plus fins que celle de la simple dissociation ; mais elle ne permet pas de reconnaître les caractères morphologiques généraux du mycélium.

C. Milieux de montage. — Les filaments mycéliens dissociés peuvent être, après coloration, montés de deux manières différentes, soit dans le baume du Canada, soit dans la glycérine gélatinée; ce dernier procédé est plus simple, car il n'exige aucune déshydratation, mais les colorations s'y

conservent mal. Elles ont, au contraire, une durée indéfinie dans le baume du Canada.

Les coupes sont toujours montées au baume.

Techniques pour l'étude morphologique des Dermatophytes. — En général, pour l'étude morphologique des Dermatophytes, on procède de la manière suivante : on ensemence en cellules Van Tieghem et sur milieu solide glycosé ou maltosé (milieu d'épreuve de Sabouraud) des cultures généralement jeunes. Dans ces conditions, les organes reproducteurs ne sont pas toujours arrivés à leur complet état de développement. Le mycélium, très abondant, se développe donc dans la nouvelle culture, et il est difficile d'observer la germination des corps reproducteurs. Nous avons trouvé plus avantageux d'ensemencer dans ces conditions des cellules âgées, où les corps reproducteurs sont très abondants et complètement développés, tandis que le mycélium s'est résorbé en grande partie.

Nous avons toujours observé la germination des corps reproducteurs obtenus dans les conditions que nous venons d'exposer sur cellules Van Tieghem, dès les premières vingt-quatre heures, et nous avons suivi l'évolution de la culture pendant plusieurs jours. En outre, comme les cultures sur cellules ne donnent qu'un développement limité, nous avons toujours, en même temps, suivi le développement de cultures sur tubes, pendant tout le développement et en des milieux de compositions différentes. Enfin, comme ces Champignons se modifient très sensiblement en cultures artificielles, à la suite de plus ou moins longues générations selon les espèces, nous nous sommes efforcés de suivre le développement du Champignon pendant de nombreuses générations. Nous avons ainsi pu préciser les dernières étapes de ces modifications, dont nous parlerons plus loin et qui ont reçu de Sabouraud le nom de pléomorphisme.

Nous verrons que, de l'étude que nous avons faite du pléomorphisme, il semble qu'il y ait lieu de ne tenir compte pour la détermination des espèces que des caractères des cultures provenant des premiers ensemencements. Il importe donc

de tenir un grand compte du pléomorphisme qui modifie très sensiblement les caractères morphologiques des espèces et de ne pas confondre les caractères des premières cultures avec les caractères dus au pléomorphisme. Nous croyons devoir ajouter également qu'il nous paraît injustifié de faire reposer la classification de ces Champignons, comme on l'a fait jusqu'ici, sur des données cliniques et qu'il est nécessaire, au contraire, de n'établir la diagnose des genres et des espèces que sur données purement botaniques.

CHAPITRE II

OBSERVATIONS PERSONNELLES

Microsporon fulvum (*Uriburu*, 1907).

Nous devons cette culture à l'obligeance du Dr da Fonseca, de Rio de Janeiro.

I. — Caractères de la culture-mère.

Appareil végétatif. — L'examen des cultures jeunes permet de constater un mycélium constitué par des filaments larges de calibre égal, mais de forme et de dimension très variables, parmi lesquels on observe un grand nombre de cellules en raquette, et enfin par des filaments très minces beaucoup plus rares que les premiers. Les filaments larges ont des cloisons rapprochées et offrent un protoplasme épais, tandis que les filaments minces ont des articles longs et un protoplasme vacuolaire.

Dès les premiers jours, on constate, dans les parties latérales ou terminales, et plus rarement dans les parties intercalaires des filaments, la production d'une grande quantité de fuseaux. En dehors des fuseaux et surtout dans les cultures un peu plus âgées, on constate, en outre, la formation d'une certaine quantité de chlamydospores qui passent presque inaperçues devant l'extrême abondance des fuseaux. Ces derniers se produisent en si grand nombre que le champ microscopique des cultures examinées quelques jours après leur ensemencement en est complètement couvert ; ce nombre augmente à mesure que la culture vieillit. Ces fuseaux, de forme et de dimension déterminées, constituent les corps reproducteurs, que nous pouvons considérer comme caractéristiques du Champignon, parce qu'on les observe dans les

cultures originelles ; aussi commencerons-nous par l'étude de ces fuseaux.

Appareil reproducteur. — *Fuseaux.* — Ils naissent d'une façon générale, soit à l'extrémité des filaments, soit sur leurs parties latérales, soit plus rarement aux dépens d'un article intercalaire. On voit se produire un renflement dans une partie d'un filament ; ce renflement est rempli d'un protoplasme très dense et correspond généralement à ce qu'on appelle une cellule en forme de raquette. Peu à peu, il s'allonge et prend l'aspect d'un petit fuseau ; à mesure que ce fuseau se développe, la partie par laquelle il est attaché au filament s'amincit, et à ce point de jonction du filament et du fuseau se produit généralement une cloison transversale, séparant le protoplasme épais du fuseau de celui plus hyalin du reste du filament. Le fuseau se constitue donc sans l'intermédiaire d'un conidiophore. Dans la suite, ces fuseaux grandissent, forment à leur intérieur un certain nombre de cloisons transversales qui les divisent en loges, dont le nombre varie de quatre à six ; ce chiffre peut rarement être dépassé, mais très souvent, et surtout pendant les stades de dégradation, que nous décrirons plus loin, il peut être inférieur. La forme de ces loges est tétragonale ou triangulaire, à angles obtus, suivant qu'on examine une loge du milieu ou une loge des deux extrémités (Pl. II, fig. 4). La longueur du fuseau est de 40 à 54 μ environ, et sa largeur varie de 12 à 15 μ. Il est également à remarquer que la membrane externe et les cloisons transversales de ces fuseaux restent très minces, contrairement à ce qu'on observe pour les fuseaux d'autres espèces. Ces fuseaux restent tels quels pendant toute la durée de la culture ; si, en effet, on examine une culture, en milieu sucré, âgée de trois mois, on constate que les fuseaux sont détachés, mais conservent leur forme ; leur membrane seulement peut être légèrement épaissie ou présenter quelques aspérités très petites, surtout vers les deux extrémités du fuseau.

De cet ensemble, il résulte que le grand nombre de ces fuseaux (Pl. II, fig. 1), ainsi que leurs caractères peuvent

constituer la base de la diagnose de cette espèce. Une particularité de cette espèce, qui la distingue de la plupart des autres, c'est que, malgré le pléomorphisme, ces fuseaux persistent en grand nombre dans les cultures successives et pendant très longtemps. Cette persistance des fuseaux est telle que la culture que nous employons depuis plus de deux ans en conserve un grand nombre, dont l'aspect morphologique n'a presque pas varié ; de sorte qu'on reconnaît l'espèce très rapidement, par le simple examen microscopique de ces caractères des corps reproducteurs, sans se rapporter aux caractères cliniques de la lésion que l'espèce parasite a pu occasionner.

Germination des fuseaux (Pl. IV, fig. 5 et 7). — Si on place les fuseaux d'une vieille culture dans un nouveau milieu, on constate que les loges se gonflent à tel point que le fuseau prend un aspect bosselé, chaque bosse correspondant à une loge (Pl. II, fig. 4) ; quelquefois même les loges se détachent et évoluent séparément. De ces loges ainsi gonflées prennent naissance un ou plusieurs tubes germinatifs ; ceux-ci apparaissent d'abord comme de simples protubérances sur les extrémités du fuseau et sur ses parties latérales : ces protubérances finissent par rompre la paroi du fuseau, puis prennent l'aspect d'un tube germinatif (Pl. II, fig. 5). Ce n'est que lorsque le tube germinatif a atteint 10 à 15 μ de longueur que le cloisonnement apparaît. Le tube germinatif se ramifie ensuite et reproduit un mycélium semblable à celui que nous avons décrit plus haut.

L'ensemble de ces caractères décrits correspond au Champignon typique tel que l'on observe avant le pléomorphisme ; à ce titre, il constitue les caractères typiques de l'espèce, que l'on peut résumer de la façon suivante :

Très nombreux fuseaux à nombre de loges variant de quatre à six, rarement inférieur à ce chiffre. Quelques rares chlamydospores. Filaments larges à protoplasme dense avec nombreuses cellules en raquette. Quelques rares filaments minces, de calibre égal et à articles longs.

Comme nous l'avons dit plus haut, ces caractères se con-

servent très longtemps et, malgré les nombreux ensemencements que nous avons pratiqués, sur cette espèce, depuis plus de deux ans environ, sa dégradation n'a jamais atteint la phase que Sabouraud décrit sous le nom de phase des filaments stériles ; néanmoins les caractères de la culture-mère pris isolément se dégradent d'une manière constante en passant par des formes successives et déterminées. Ces formes de dégradation apparaissent pour chaque élément cellulaire, plus ou moins rapidement, suivant la résistance de la forme initiale de la culture-mère. Ces formes successives semblent dues à l'influence du milieu artificiel. Pour les séparer des caractères typiques de la culture-mère, nous les désignerons sous le nom de caractères morphologiques acquis.

II. — Phases de dégradation et caractères morphologiques acquis.

Première phase de dégradation. — La dégradation se manifeste à partir d'un certain nombre d'ensemencements, pratiqués pendant plus d'une année, surtout sur des cultures qu'on laisse vieillir, avant de les réensemencer. Cette dégradation très lente porte sur les fuseaux ainsi que sur l'appareil végétatif. Les fuseaux conservent généralement la même forme que dans la culture-mère, mais le nombre des loges diminue à mesure que la dégradation s'avance. C'est ainsi que l'on peut observer tous les intermédiaires entre des fuseaux typiques renfermant quatre à six loges et des fuseaux très petits à une seule loge. Ces petits fuseaux à une seule loge tendent à prendre l'aspect de simples chlamydospores.

La dégradation des fuseaux est en rapport avec l'état du filament qui leur a donné naissance. C'est ainsi qu'un filament à protoplasme assez épais formera des fuseaux avec de nombreuses loges, six ou sept, par exemple. Un autre filament à protoplasme moins dense produira, au contraire, des fuseaux dont le nombre de loges variera de quatre à six, tels qu'on les observe dans les cultures-mères. Un autre filament à protoplasme beaucoup moins dense ne formera

que des fuseaux à un petit nombre de loges (deux ou trois) et même des fuseaux à une seule loge. Enfin un filament à protoplasme très vacuolaire pourra ne donner que de simples chlamydospores, dont nous avons signalé la présence dans la culture-mère, et qui paraissent dues au fait que l'espèce avait été réensemencée plusieurs fois déjà avant qu'elle nous soit remise.

En résumé, il semble que les caractères des corps reproducteurs sont déterminés par la richesse protoplasmique plus ou moins grande des filaments qui leur donnent naissance et qui semble diminuer à mesure qu'on effectue de nouveaux réensemencements. C'est elle qui paraît déterminer la diminution du nombre des loges, des fuseaux et leur transformation en simples chlamydospores. Quand le mycélium n'a plus la vigueur nécessaire pour donner des fuseaux parfaits, son protoplasme se concentre en une simple grosse chlamydospore. Les formes de transition entre les fuseaux typiques, les fuseaux dégradés et les chlamydospores nous obligent d'admettre que ces dernières résultent d'une modification des premiers.

En même temps que ces modifications des fuseaux, on constate un changement d'aspect et de forme du mycélium ; les formes en raquette, qui semblent être à l'origine des fuseaux parfaits, deviennent moins nombreuses à mesure que la dégradation de l'espèce avance. Par contre, on constate de nombreux filaments, larges, mais à protoplasme moins épais, aux dépens desquels se constituent des fuseaux dégradés ou de simples chlamydospores intercalaires ou terminales.

Enfin les filaments minces à calibre régulier, très rares dans les cultures originelles, deviennent plus nombreux ; leur augmentation correspond à l'apparition sur le milieu de culture de petites touffes de duvet blanc pléomorphique que l'on peut observer macroscopiquement ; ces filaments à cytoplasme très vacuolisé forment de nouveaux corps reproducteurs, que nous décrirons plus loin sous le nom d'aleuries, mais que l'on n'observe ici que très rarement. On peut donc résumer les caractères de cette première phase de dégradation de la façon suivante : à côté des fuseaux parfaits

de quatre à six loges, un grand nombre de fuseaux dégradés dont le nombre de loges varie de deux à quatre ; un certain nombre de grosses chlamydospores ; quelques rares aleuries ; mycélium avec quelques cellules en raquettes. Un grand nombre de filaments larges à protoplasme plus ou moins dense, entremêlé à un certain nombre de filaments minces, cylindriques à calibre égal, à articles généralement plus longs que dans les autres filaments.

Cette première phase, qui se caractérise par une modification des fuseaux, peut être appelée *phase de dégradation des fuseaux.*

Deuxième phase de dégradation. — Dans la seconde phase, les cellules destinées à former des fuseaux n'arrivent plus à produire que des fuseaux imparfaitement développés et dont un grand nombre offrent l'aspect de simples chlamydospores. Ces chlamydospores se produisent surtout vers les extrémités des filaments ; mais on en trouve également un grand nombre dans les parties intercalaires des filaments. Elles se produisent à la suite d'une concentration du cytoplasme dans certaines régions du filament qui se séparent du reste du filament vidé par des cloisons transversales : cette concentration peut s'effectuer aussi en dehors des filaments par des sortes de bourgeons latéraux dans lesquels le cytoplasme émigre.

Les aspects que prennent les filaments qui forment ces chlamydospores ont été décrits par les auteurs sous des noms divers. On a eu le tort de leur attribuer une trop grande importance dans la diagnose des espèces. Nous y reviendrons plus bas.

Le mycélium renferme donc de nombreuses chlamydospores terminales, intercalaires ou latérales, remplies de protoplasme, tandis que tout le reste des filaments est à peu près complètement vidé. Ces aspects sont beaucoup plus apparents dans d'autres espèces que nous étudierons plus loin.

En dehors du grand nombre de chlamydospores, on observe également, dans les cultures plus ou moins dégradées de cette

espèce, de nombreux fuseaux ; ceux-ci se présentent soit sous forme de fuseaux parfaits, soit à l'état de fuseaux imparfaitement constitués. Les articles qui donnent naissance à ces fuseaux correspondent aux filaments larges ou aux filaments avec des articles en forme de raquette. En dehors de ces fuseaux et de ces chlamydospores, on assiste, comme dans la phase précédente, à la production d'un certain nombre d'aleuries. Dans l'appareil végétatif, les modifications signalées dans la phase précédente s'accentuent ; les formes en raquette diminuent et les filaments minces d'un calibre égal deviennent de plus en plus nombreux. Ainsi : petit nombre de fuseaux parfaits; grand nombre de fuseaux dégradés (une à trois loges) et de chlamydospores ; quelques aleuries ; diminution des formes en raquette et augmentation des filaments minces ; tels sont les caractères de cette seconde phase de dégradation. La prédominance dans cette phase des chlamydospores dérivées de la dégradation des fuseaux nous incite à désigner cette phase sous le nom de *phase de chlamydosporisation.*

Troisième phase de dégradation. — Dans cette troisième phase, les filaments larges à protoplasme dense forment quelques fuseaux parfaits, un certain nombre de fuseaux dégradés et un grand nombre de grosses chlamydospores. Par contre, les filaments minces, dont le nombre devient très important, ne présentent qu'un protoplasme vacuolisé et ne forment que de petites chlamydospores dont les dimensions varient de 2 à 4 μ (Pl. XVII, fig. 1 à 28). Celles-ci se forment soit sur les parties terminales ou intercalaires, soit sur les parties latérales. Leur dimension ainsi que la région sur laquelle elles apparaissent semblent dépendre de la quantité plus ou moins grande de cytoplasme que contiennent les filaments. Il arrive qu'un article très long et très riche en protoplasme donne naissance, sur ses parties latérales ou terminales, à un grand nombre de petites chlamydospores dans lesquelles émigre tout le protoplasme. Parfois il se produit des chaînes latérales de petites chlamydospores, et on obtient alors l'aspect de ce que les

auteurs ont décrit sous le nom d'hyphes sporifères. Ces petites chlamydospores se détachent peu à peu en emportant de petits fragments de la paroi cellulaire auxquels elles sont solidement attachées. Ainsi, dans une vieille culture, on observe un grand nombre de ces petites chlamydospores d'une grosseur qui dépasse à peine 3 μ et de forme ovoïde, à base tronquée et dont la paroi s'épaissit très légèrement à mesure qu'elles vieillissent. Dans les filaments excessivement minces, le cytoplasme peu abondant se condense vers l'extrémité du filament et forme le plus souvent une seule petite chlamydospore, tandis que tout le reste du filament se vide complètement. De quelque manière que se forment ces petites chlamydospores, il est à remarquer que les articles qui leur donnent naissance se vident totalement et qu'en même temps que ces petites chlamydospores se détachent des filaments, elles emportent avec elles une petite partie de la membrane de ces derniers. Dans les cultures très âgées, ces filaments minces disparaissent en laissant à leur place ces petites chlamydospores. En dehors de ces phénomènes, on constate une production de petites chlamydospores provenant d'une sorte de bourgeonnement des fuseaux dégradés ou des grosses chlamydospores : ces éléments se produisent en très grand nombre tout autour d'une grosse chlamydospore ou des loges de fuseaux, soit isolément, soit au nombre de deux ou trois disposés en chaînette. Il est assez difficile d'expliquer la signification de cette production, observée également par Loubière dans les conidies de certains *Fusarium*; ce sont sans doute des formes d'involution. En même temps que ces éléments se produisent, on constate que les chlamydospores et les fuseaux qui leur donnent naissance dégénèrent.

Qu'il s'agisse de ces petites chlamydospores produites par bourgeonnement sur les parties latérales des loges des fuseaux ou des grosses chlamydospores, ou qu'il s'agisse de celles décrites antérieurement et qui résultent de la rétraction protoplasmique des filaments minces, il semble que ces éléments reproducteurs, qui présentent une forme plus ou moins analogue et mesurent de 3 à 4 μ environ, correspondent à

ce que Vuillemin a décrit sous le nom d'aleuries. En effet, ce savant a décrit sous ce nom des corps reproducteurs assez semblables par leur aspect à des conidies, mais qui en diffèrent par le fait qu'ils se forment par une concentration dans leur intérieur de tout le cytoplasme des filaments dont ils dérivent. Ces aleuries une fois constituées se présentent portées par des conidiophores vides et se détachent en emportant une partie de la membrane des filaments qui leur a donné naissance.

Les aleuries de Champignons des Teignes se forment toujours suivant les deux modes que nous avons rapportés plus haut : soit par concentration du cytoplasme des filaments minces à l'extrémité ou sur certaines parties intercalaires de ces filaments, soit par une sorte de bourgeonnement latéral des filaments ou même des fuseaux et des chlamydospores, aboutissant à la production de petits corps reproducteurs latéraux dans lesquels se concentre tout le cytoplasme du filament ou du fuseau. La cause de ce phénomène semble être un affaiblissement du mycélium à la suite d'un grand nombre d'ensemencements. Les deux modes de production de ces aleuries, que nous avons signalés plus haut, peuvent se rencontrer simultanément et en même proportion dans les différentes espèces ; dans d'autres espèces, l'un prend la prépondérance. Dans l'espèce que nous étudions, les deux modes de production de ces aleuries semblent de même importance. La signification de ces corps reproducteurs nous a laissé très longtemps perplexes, et ce n'est qu'avec les conseils de M. Patouillard que nous nous sommes décidés à les assimiler aux aleuries, quel que soit leur mode de production. La question était d'autant plus difficile que les opinions émises jusqu'à ce jour étaient très diverses.

Bodin et Sabouraud assimilaient ces formations à des conidies ; ces auteurs ont décrit des hyphes sporifères simples, complexes, hyphes du type *Acladium* ou du type *Endoconidium*, etc. Matruchot et Dassonville, ainsi que Guégen, décrivaient aussi ces petits corps comme des hyphes sporifères, mais ils reconnaissaient avec juste raison qu'elles n'avaient, au point de vue botanique, que la valeur de petites

chlamydospores. Quelques mois avant l'achèvement de notre travail, MM. Langeron et Ota ont, comme nous, assimilé les corps reproducteurs que nous venons de décrire aux aleuries de Vuillemin ; mais, en même temps, ils décrivaient des hyphes sporifères ou des conidies du type *Endoconidium*, qu'ils paraissaient distinguer de ces aleuries. Nous aurons l'occasion de revenir sur certaines questions de détail concernant les aleuries de chacune des espèces que nous allons étudier, mais, pour nous, ces éléments, au point de vue botanique, représentent, ainsi que Matruchot les a considérés, des petites chlamydospores, paraissant résulter de la dégradation progressive des fuseaux ; ils représenteraient la phase ultime de la dégradation de ces corps reproducteurs. Dans l'espèce que nous étudions, les aleuries apparaissent en très petit nombre, produites surtout sur des filaments minces, à partir de la première phase de dégradation ; mais elles deviennent nombreuses pendant la troisième phase que nous étudions ici et que, pour cela, nous proposons de désigner sous le nom de *phase d'aleurisation*.

L'appareil végétatif, pendant cette phase, est constitué par un grand nombre de filaments minces à cytoplasme très vacuolaire et également par des filaments larges d'un calibre plus ou moins régulier, à protoplasme plus ou moins épais ; les cellules en raquette sont rares. La présence du grand nombre de filaments minces se manifeste macroscopiquement par l'apparition d'un duvet blanc pléomorphique : celui-ci devient de plus en plus abondant à mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements. Ce duvet blanc pléomorphique, très résistant dans les cultures jeunes, devient très faible, presque pulvérulent dans les cultures âgées, en raison de l'émigration du cytoplasme de ces filaments dans les aleuries : il ne reste donc plus de ces filaments que leurs parois, qui se réduisent en fragments à la moindre traction.

Ainsi, cette troisième phase de dégradation se traduit par la présence de nombreuses aleuries à côté d'un petit nombre de fuseaux parfaits, de fuseaux imparfaits (de une à trois loges) et de chlamydospores. Le mycélium présente quelques rares cellules en raquette. Un grand nombre de filaments

larges et de nombreux filaments minces, à protoplasme très vacuolisé.

Avant de terminer ce chapitre de morphologie, nous désirons ajouter quelques mots sur diverses formations décrites par les auteurs, et qui ne nous paraissent pas avoir l'importance qu'on leur a attribuée.

III. — Éléments morphologiques sans importance mycologique.

Pendant ces phases de dégradation, observées dans d'autres espèces également apparaissent, en effet, toutes sortes de formes cellulaires auxquelles les auteurs ont attaché une importance particulière et qu'ils ont été amenés à considérer comme des caractéristiques des espèces. C'est ainsi qu'à ces formations se rattachent ce qu'on a désigné sous le nom de clous faviques, de chandeliers faviques, d'arborescences mycéliennes terminales, de corps denticulés, des buissons de filaments stériles, qui ne semblent avoir aucun rapport avec les buissons décrits par Duclaux, dans le *Ctenomyces*, etc.

L'article terminal d'un filament peut condenser une partie de son protoplasme à son extrémité ; celle-ci se gonfle et constitue une chlamydospore plus ou moins grosse, au lieu d'évoluer en fuseau : on observe ainsi des stades où la chlamydospore n'est pas encore délimitée et qui correspondent à ce qu'on a désigné sous le nom de clou favique. La dégradation des espèces étant la même du fait qu'elle est liée à l'influence du milieu, ces clous faviques peuvent s'observer dans les *Achorions*, ainsi que dans d'autres Dermatophytes, où beaucoup d'auteurs les ont signalés.

Parfois, on voit se produire simplement, sur l'extrémité d'un filament, des ébauches de chlamydospores qui se manifestent au niveau de ses extrémités par plusieurs petits renflements, qui n'achèvent pas leur évolution et donnent des aspects qu'on a décrits sous le nom de chandeliers faviques. Si ces chandeliers faviques se fragmentent en petites cellules, on obtient l'aspect des arborescences mycéliennes terminales, figurées par Sabouraud, dans le *Microsporon villosum*. Il

arrive également que des cellules intercalaires à protoplasme dense constituent par fragmentation des chlamydospores placées les unes à côté des autres qui prennent un peu l'aspect et la forme de fuseaux incomplètement constitués, et dont les parois transversales rétrécies forment des denticulations. C'est ce que les auteurs ont décrit comme organes denticulés ; ces dernières formations s'observent plutôt dans les espèces qui ont des fuseaux du type *M. lanosum*. Dans ces mêmes espèces, la cellule en raquette a été considérée à tort comme un caractère permettant de distinguer les espèces et même les genres d'un certain groupe de Dermatophytes. On rencontre, en effet, les cellules en raquette dans des espèces tout à fait différentes de ce groupe de Dermatophytes, et il nous paraît injustifié d'attribuer une importance quelconque à des formations aussi peu banales. Un grand nombre d'autres formations sans importance botanique ont été décrites sous les noms les plus divers. Nous y reviendrons à propos des espèces que nous allons décrire par la suite.

IV. — Aspect macroscopique de la culture.

Quand la culture n'a pas subi plusieurs ensemencements, elle prend à partir du dixième jour, et même avant, un aspect poudreux d'un jaune-soufre ou légèrement foncé d'un ton brique. Il est bien possible que les cultures originelles soient d'une couleur beaucoup plus foncée noirâtre, ainsi que Uriburu l'a décrit pour la première fois et que cette couleur diminue d'intensité à mesure que l'on pratique de nouveaux ensemencements. En effet, nous avons constaté nous-mêmes que l'aspect poudreux, couleur brique, devient de plus en plus pâle à la suite de nombreux ensemencements. Quoi qu'il en soit, l'aspect de la culture que nous avons étudiée varie de la couleur brique plus ou moins foncée jusqu'à la couleur café au lait, ou jaune-soufre très clair, et cela à mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements. La poudre de cette culture, examinée au microscope, est pleine de corps reproducteurs et forme une masse épaisse sur toute la surface du milieu artificiel. Prélevée à l'aiguille de platine,

elle apparaît comme une véritable poudre dans les cultures âgées de trente à quatre-vingt-dix jours.

A mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements et que la culture se dégrade, les filaments minces que nous avons décrits plus haut, dès la première phase de dégradation, en devenant plus nombreux, constituent de petites touffes de filaments qu'on désigne habituellement sous le nom de duvet blanc pléomorphique. Par la suite, ce duvet devient très abondant et, au lieu de former des petites touffes disséminées sur la surface de la culture, constitue une véritable masse de duvet blanc pléomorphique qui couvre la presque totalité de la surface des cultures.

Malgré cette grande quantité de duvet blanc pléomorphique, nous pouvons distinguer, dans une culture qui a achevé son développement, une couche poudreuse couleur jaune-soufre, couvrant la surface du milieu artificiel et une grande masse de duvet blanc pléomorphique superposée à la couche poudreuse.

Il est facile de distinguer ces deux couches, parce que la poudre jaune dépasse toujours sur les bords la couche du duvet blanc pléomorphique. L'examen microscopique de la couche poudreuse nous révèle la présence de fuseaux, de chlamydospores, d'aleuries, de nombreux filaments vidés et fragmentés et de quelques filaments plus ou moins vivants. Par contre, le duvet blanc pléomorphique contient généralement des filaments minces avec des aleuries quand on l'observe à l'état jeune. Lorsqu'on l'observe dans une culture âgée, on ne trouve que des filaments minces très souvent fragmentés ; dans ce dernier cas, les aleuries auxquelles les filaments ont donné naissance sont détachées et constituent avec les autres corps reproducteurs la couche poudreuse de la culture. De l'ensemble de cet exposé, il résulte que, jusqu'à un certain point, l'aspect macroscopique peut nous donner une indication sur l'état cellulaire de la culture, ainsi que sur son âge, et la constitution des éléments reproducteurs.

Cet aspect macroscopique est caractéristique non seulement pour cette espèce, mais également pour l'espèce *Acho-*

rion gypseum, qui présente le même type des fuseaux et que nous décrirons plus loin.

V. — Observations cytologiques.

A. — Appareil végétatif.

Protoplasme. — Les filaments jeunes observés sur le vivant montrent un protoplasme dense et homogène, dans lequel on observe de très petites vacuoles rondes. Celles-ci augmentent peu à peu de dimension, se fusionnent en sorte que les filaments plus âgés sont occupés par de grosses vacuoles séparées par des minces brides de cytoplasme. Dans les vacuoles, on observe parfois des corpuscules métachromatiques animés de mouvements browniens. Parfois enfin, on aperçoit dans le cytoplasme des éléments très peu réfringents et très peu distincts, qui représentent les chondriosomes. Enfin, on trouve, surtout dans les vieilles cultures, des corpuscules très réfringents qui sont groupés quelquefois en masses et qui présentent tous les caractères de globules oléagineux. Ceux-ci remplissent quelquefois complètement le cytoplasme. Dans ce cas, il paraît y avoir dégénérescence graisseuse du cytoplasme.

Système vacuolaire et métachromatine. — Les vacuoles, à tous les stades de leur développement, offrent une substance qui a la propriété de fixer, d'une manière intense et rapide, la plupart des colorants vitaux (rouge neutre, bleus de Nil, de crésyl, de méthylène, etc.).

Lorsqu'on examine le mycélium dans une solution très diluée de rouge neutre, on constate l'apparition, dans les petites vacuoles des filaments jeunes, d'un petit corpuscule vivement coloré et animé de mouvements browniens ; parfois cependant tout le contenu de la vacuole se colore d'une manière diffuse, et il n'y a pas de corpuscules visibles. Les grosses vacuoles des parties plus âgées des filaments présentent un nombre considérable de corpuscules fortement colorés et animés de mouvements browniens ; le suc vacuolaire y prend aussi,

dans quelques cas, une teinte diffuse. En suivant pendant quelque temps le même point de la préparation, on constate que les corpuscules se gonflent, puis se fusionnent en une seule masse ou en deux masses qui viennent s'accoler sur le bord de la vacuole, sous forme d'un croissant. Avec les colorants bleus (bleus de Nil, de crésyl, etc.), les corpuscules prennent une teinte rouge violacé foncé, et le suc vacuolaire, quand il se colore, une teinte rouge violacé pâle. Il est facile de s'assurer que la majeure partie des corpuscules ainsi colorés résultent de la précipitation totale ou partielle, sous l'influence du colorant, d'une substance se trouvant dans la vacuole à l'état de solution colloïdale, qui a tous les caractères de la métachromatine caractérisée pour la première fois dans les Champignons par Guilliermond. En effet, on ne voit que rarement des corpuscules sur le vivant et, quand ils existent, ils sont toujours en petit nombre, tandis que les colorants vitaux les font apparaître en grand nombre. Nos observations confirment donc à ce point de vue les recherches antérieures de Dangeard et de Guilliermond.

Après fixation au formol ou au picroformol et coloration à l'hématoxyline ferrique, les corpuscules métachromatiques ne sont ordinairement pas colorés ; les vacuoles apparaissent incolores. Parfois, cependant, les corpuscules métachromatiques sont colorés en noir foncé ; mais cette coloration est inconstante et irrégulière ; on peut donc admettre que les corpuscules métachromatiques ne se colorent pas électivement par l'hématoxyline ferrique. On obtient, au contraire, de belles différenciations des corpuscules métachromatiques au moyen de fixation au formol ou à l'alcool et de colorations au bleu de Unna ou au bleu de crésyl. La métachromatine est précipitée et insolubilisée sous l'action des fixateurs et apparaît dans les vacuoles sous forme de nombreux corpuscules métachromatiques, dont la couleur rouge violacé tranche avec la teinte bleu pâle du cytoplasme. Mais, en général, cette méthode ne permet pas la différenciation des noyaux. Par contre, on obtient la coloration simultanée des noyaux et des corpuscules métachromatiques par une coloration à l'hémalun ou à l'hématoxyline de Delafield ;

après fixation au formol, ou à l'alcool: les noyaux apparaissent colorés en bleu, un peu plus foncé que le cytoplasme, et les corpuscules métachromatiques en rouge vineux. Les colorations à l'hémalun, après fixation au picroformol, réussissent moins bien parce que l'acide picrique gêne la coloration des corpuscules métachromatiques. De même, les fixateurs, renfermant de l'acide osmique ou des sels chromiques (Flemming, Regaud), entravent la coloration des corpuscules métachromatiques.

Glycogène. — Le réactif iodo-ioduré met en évidence la présence du glycogène coloré en brun-acajou dans le cytoplasme des grosses cellules en raquette ou des filaments larges à protoplasme dense; par contre, les filaments minces en sont totalement privés. Cette substance apparaît sous forme de plages irrégulières dans le cytoplasme, surtout au voisinage des vacuoles ; celles-ci grossissent, se fusionnent et remplissent totalement la cellule, qui dans beaucoup de cas paraît entièrement teinte en brun-acajou.

Graisses. — Les formations graisseuses apparaissent sous forme de granulations très petites et très réfringentes vers le cinquième jour du développement. Par contre, si on examine une culture très âgée, on peut trouver de gros globules oléagineux qui paraissent être l'expression d'une dégénérescence du cytoplasme (Pl. XXIV, fig. 1 à 4). Les globules brunissent par l'acide osmique et se colorent en rouge par le scarlach et le soudan III. Ils sont solubles dans l'alcool et le xylol, même après fixation, par la méthode de Regaud. Ils paraissent représenter des graisses neutres.

Noyau. — Les fixations au formol ou au picroformol suivies de colorations à l'hématoxyline ferrique nous ont permis de mettre en évidence les noyaux qui se détachent en noir très foncé du cytoplasme teint en gris pâle (Pl. VII, fig. 1 à 4). Les noyaux apparaissent comme de petites vésicules constituées par un nucléohyaloplasme incolore, dans lequel on distingue un gros nucléole. La paroi du noyau est parfois très distincte, tandis que la chromatine n'est pas visible, comme cela arrive dans beaucoup de Champignons.

Les noyaux mesurent 1 μ environ, et ils sont le plus souvent

ronds, mais quelquefois allongés ou déformés, à cause de la pression exercée par le protoplasme. Le nombre de noyaux est de 2 à 5 par article, mais très souvent ce chiffre est dépassé, surtout dans les extrémités des filaments en voie de croissance où les articles sont très longs et où le nombre des noyaux peut atteindre 10 à 16.

On rencontre quelquefois des noyaux allongés, offrant un nucléole en forme d'haltère et d'autres dans lesquels se trouvent de petits nucléoles, qui paraissent correspondre à des stades d'une division amitotique des noyaux.

Chondriosomes. — Ces corps, qu'on trouve dans toutes les cellules et qui ont été découverts dans les Champignons par Guilliermond, apparaissent parfois sur le vivant, mais d'une manière extrêmement peu distincte. Au contraire, on les met facilement en évidence au moyen de fixation au formol, suivie de coloration à l'hématoxyline ferrique. La coloration des chondriosomes est moins persistante que celle des noyaux, et il est nécessaire de ne pas pousser très loin la différenciation, si l'on veut obtenir la coloration de ces éléments. On obtient ainsi des chondriosomes fortement colorés en noir foncé. C'est surtout dans les jeunes cultures de trois à quatre jours qu'ils apparaissent nettement ; on trouve alors un chondriome constitué par des filaments minces, plus ou moins allongés (chondriocontes), des bâtonnets et des grains (Pl. VII, fig. 12 et 13). Ces éléments sont dispersés dans le cytoplasme et souvent ramassés autour des noyaux. Dans les vieilles cultures, le cytoplasme commence à entrer en dégénérescence, et le chondriome est plus difficile à distinguer. On peut ainsi différencier le chondriome après fixation au liquide de Meves (Flemming sans acide acétique) et coloration à l'hématoxyline ferrique ou à la fuchsine acide (méthode de Kull), ainsi que par la méthode de Regaud. Ces méthodes sont plus électives que la précédente, mais, en général, il est préférable de faire des coupes pour mettre en évidence le chondriome. Après fixation au picroformol, les chondriosomes sont altérés et donnent au cytoplasme un aspect confusément granuleux.

B. — Appareil reproducteur.

Ainsi que nous l'avons exposé, il y a trois sortes de corps reproducteurs :

1° Les fuseaux, qui constituent les corps reproducteurs caractéristiques ;

2° Les grosses chlamydospores, qui sont à tous les points de vue comparables à la loge des fuseaux ;

3° Les petites chlamydospores ou aleuries.

Les deux derniers de ces trois corps reproducteurs sont des formes de dégradations des fuseaux, par suite du pléomorphisme.

Fuseaux. — Ces corps reproducteurs, observés à un âge très jeune et avant leur cloisonnement, présentent un protoplasme très dense avec un grand nombre de très petites vacuoles de forme ronde ou ovale ; ces petites vacuoles sont d'abord groupées vers les deux extrémités du fuseau ; peu à peu, on en voit apparaître de nouvelles, tout autour de la cellule, puis celles-ci finissent par envahir le protoplasme tout entier. Ces vacuoles s'observent très distinctement, lorsqu'on colore la préparation par une solution très diluée de colorants vitaux (rouge neutre, bleu de crésyl, etc.). Ces colorants font apparaître, dans chacune de ces petites vacuoles, un ou plusieurs corpuscules métachromatiques vivement colorés (Pl. XXV, fig. 1 à 4). Ces corpuscules métachromatiques apparaissent également en rouge vineux dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hémalun ou à l'hématoxyline de Delafield. A mesure que les fuseaux se développent, les vacuoles se fusionnent et donnent lieu à des vacuoles beaucoup plus grosses remplies de corpuscules métachromatiques. Ces corpuscules, au bout de quelque temps, se fusionnent sous l'influence du rouge neutre et produisent sur les bords de la vacuole une masse unique en forme de croissant. Dans les fuseaux complètement constitués, chaque loge est occupée par de grosses vacuoles remplies de métachromatine et séparées par de minces brides de protoplasme. On

observe toujours, dans le cytoplasme, de fines granulations graisseuses. Le glycogène apparaît en grande quantité dans le protoplasme des fuseaux en voie de formation, sous la forme de petits îlots à contour irrégulier ; ceux-ci grossissent, se fusionnent et envahissent totalement le fuseau constitué, qui se teint tout entier en brun-acajou sous l'action du réactif iodo-ioduré (Pl. XXVII, fig. 2). Ce glycogène disparaît avec la germination.

Les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique montrent dans les fuseaux très jeunes un certain nombre de noyaux (trois à cinq) (Pl. VII, fig. 10) ; ces noyaux se divisent pendant le développement du fuseau jusqu'au stade qui précède son cloisonnement, après lequel on peut compter jusqu'à quinze noyaux environ (Pl. VII, fig. 5 et 9).

A la suite du cloisonnement des fuseaux en loges, ces noyaux se répartissent au nombre de deux à quatre par loge (Pl. VII, fig. 11). Pendant la germination, ces noyaux se gonflent et, après avoir subi des divisions successives, pénètrent dans le tube germinatif (Pl. IV, fig. 5 et 7). La division nucléaire semble s'effectuer par amitose (Pl. IV, fig. 7).

Dans les mêmes préparations des fuseaux très jeunes, le chondriome se présente sous l'aspect de mitochondries filamenteuses et flexueuses. Au contraire, dans les fuseaux pourvus de leurs loges, le chondriome se présente surtout sous la forme de grains et de quelques bâtonnets. Pendant la germination, les chondriosomes entourent les noyaux en formant un cercle autour de ceux-ci et se présentent sous l'aspect de filaments enchevêtrés. Par la suite, ces chondriosomes se séparent et pénètrent avec les noyaux dans les tubes germinatifs, où nous les retrouvons sous l'aspect de chondriocontes.

Chlamydospores et aleuries. — Nous exposerons la cytologie des premiers de ces corps reproducteurs à propos de l'espèce *Achorion Schœnleinii* et celle des aleuries à propos du *Trichophyton asteroides*. Ces corps reproducteurs constituent pour ces espèces des éléments caractéristiques, tandis que, pour l'espèce que nous étudions, ils résultent de la dégradation des fuseaux sous l'influence du milieu artificiel.

Achorion gypseum (Bodin, 1909) (Pl. III).

La culture provient du service du Dr Sabouraud, de l'hôpital Saint-Louis ; elle nous a été remise depuis une année et demie environ.

Caractères de la culture-mère. — L'observation d'une culture jeune, faite en milieu de gélose glucosée, permet de constater un certain nombre de filaments à cellules en raquette, un grand nombre de filaments larges, et un certain nombre de filaments minces de calibre égal et à articles plus allongés. Les cellules en raquette et les filaments larges ont un protoplasme vacuolaire. L'évolution de ces cellules est la même que celle que nous avons décrite à propos du *Microsporon fulvum* ; nous ne reviendrons donc pas sur ce que nous avons rapporté à propos de cette espèce.

Les corps reproducteurs sont également ici des fuseaux (Pl. II, fig. 2 et 6) du même aspect, de la même forme et de même dimension que les fuseaux du *Microsporon fulvum.* Par contre, on observe dans la culture un grand nombre de fuseaux dégradés, dont le nombre de loges varie de 1 à 4 ; mais les fuseaux parfaits de 4 à 6 loges existent également en nombre suffisant pour permettre d'établir une ressemblance étroite avec l'espèce *Microsporon fulvum.* On observe également un certain nombre de chlamydospores, ainsi que des aleuries ; ces derniers éléments présentent également la même forme et la même évolution que l'espèce précédemment décrite.

Nous pouvons donc résumer les caractères de la culture âgée de dix jours environ de la manière suivante :

Quelques filaments à cellules en raquette ; un grand nombre de filaments larges ; quelques filaments minces ; un certain nombre de fuseaux parfaits de 4 à 6 loges (longueur des fuseaux de 40 à 45 μ, largeur de 12 à 15 μ) ; un grand nombre de chlamydospores ; un certain nombre d'aleuries.

L'ensemble de ces caractères nous permet de penser que cette culture a subi plusieurs ensemencements dans les laboratoires qui la possédaient auparavant ; si nous nous repor-

tons à ce que nous avons observé pour le Champignon précédent, on peut en effet penser qu'elle se trouve en état de pléomorphisme, correspondant à une phase intermédiaire entre la phase de dégradation des fuseaux et celle de la chlamydosporisation décrites dans le *Microsporon fulvum*. Le pléomorphisme de ce Champignon présente, en effet, des phénomènes qui correspondent exactement à ce que nous avons décrit pour l'espèce précédente, et il y a lieu d'y distinguer une première phase de dégradation des fuseaux (Pl. III), une deuxième de chlamydosporisation (Pl. XVI, fig. 1 à 14) et une troisième d'aleurisation (Pl. XVII, fig. 29 à 38). La dégradation n'est jamais complète, et l'espèce conserve toujours, malgré les nombreux repiquages, un grand nombre de corps reproducteurs, fuseaux, chalmydospores ou aleuries, et n'atteint jamais la phase des filaments stériles qu'on observe dans d'autres espèces.

Aspect macroscopique de la culture. — En examinant des cultures en milieu solide, âgées de quinze jours environ, on observe une couche poudreuse couleur jaune-soufre, couvrant totalement la surface du milieu nutritif, et une couche de duvet blanc pléomorphique très abondant, superposée à la couche poudreuse. Cet aspect nous rappelle tout à fait ce que nous avons observé dans les cultures incomplètement pléomorphisées du *Microsporon fulvum*. On peut donc, pour plus de détails, se rapporter à la description donnée à propos de cette espèce. Néanmoins, il est intéressant de signaler que cet aspect macroscopique d'un pléomorphisme incomplet correspond exactement à la phase correspondante du même phénomène dans le *Microsporon fulvum* (stade de la dégradation des fuseaux et des chlamydospores).

Observations cytologiques.

Cette espèce présente non seulement des analogies morphologiques avec le *Microsporon fulvum*, mais lui ressemble beaucoup également par sa cytologie ; donc il est inutile d'en donner une description détaillée.

Appareil végétal. — Les filaments à cellules en raquette, ainsi que les filaments larges d'un calibre plus ou moins égal, montrent un protoplasme homogène renfermant des petites vacuoles plus ou moins rondes ou ovalaires. Ces vacuoles grossissent peu à peu et se fusionnent pour constituer les grosses vacuoles des cellules plus âgées. Dans l'intérieur de ces vacuoles, les colorants vitaux font apparaître des corpuscules métachromatiques que l'on retrouve aussi après fixation au formol et coloration à l'hémalun ou à l'hématoxyline de DELAFIELD.

Le réactif iodo-ioduré révèle la présence dans le cytoplasme de glycogène surtout abondant au niveau des cellules en raquette et dans les filaments larges ; par contre, il fait totalement défaut dans les filaments minces. Ce glycogène se forme exactement comme dans l'espèce précédente.

Les filaments à cellules en raquette prennent entièrement une couleur brun-acajou par le réactif iodo-ioduré. Il en est de même des filaments larges, mais ici la teinte paraît moins accentuée ; il semble donc que les cellules en raquette sont celles qui renferment le plus de glycogène. Les filaments minces qui correspondent aux éléments tout à fait dégradés n'en contiennent pas du tout. On ne trouve que très peu de granulations graisseuses ; celles-ci sont très fines et disséminées dans le cytoplasme en très petit nombre.

Les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique permettent d'observer, dans les cellules très jeunes, les noyaux sous forme de petites vésicules renfermant un gros nucléole teint en noir foncé. Le nombre de noyaux est de 2 à 5 par article, mais, dans les extrémités des filaments en voie de croissance ou dans les grosses cellules en raquette, il peut atteindre le nombre de 15.

Le vert-Janus ou le violet de dahlia permettent, dans certains cas, de colorer vitalement le chondriome, mais c'est dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ou traitées par la méthode de REGAUD qu'on l'observe mieux. Dans les cellules très jeunes, il apparaît sous la forme de filaments plus ou moins flexueux ; les grains et les bâtonnets s'observent surtout dans les cellules âgées.

Appareil reproducteur. — Les fuseaux très jeunes, avant leur cloisonnement, présentent un cytoplasme homogène parsemé d'un grand nombre de petites vacuoles, qui apparaissent d'abord aux deux extrémités. Celles-ci augmentent de nombre et envahissent bientôt tout le cytoplasme ; il est facile de colorer ces vacuoles au moyen de colorants vitaux ; on obtient alors la précipitation de la métachromatine dissoute dans le suc vacuolaire sous la forme de fines granulations animées de mouvements browniens.

Dans les fuseaux complètement développés, le cytoplasme présente un aspect très vacuolisé par suite du fusionnement des petites vacuoles (Pl. XXV, fig. 8 et 9).

Le glycogène est très abondant et apparaît dans les jeunes fuseaux (Pl. XXVII, fig. 6 et 9), sous la forme de petites plages de contour irrégulier, disséminées dans le cytoplasme, lesquelles grossissent peu à peu et se fusionnent pour remplir complètement les loges des fuseaux entièrement développés (Pl. XXVII, fig. 4 et 5). Ce glycogène disparaît pendant la germination.

On observe dans le cytoplasme un petit nombre de très fines granulations graisseuses ; dans certains cas, ces granulations augmentent de nombre au niveau de certaines loges des fuseaux ; mais, dans ce cas, elles semblent résulter d'une dégénérescence du cytoplasme. Dans les fuseaux très jeunes, les noyaux sont au nombre de 3 à 7 environ ; mais, par suite de leur multiplication, ils peuvent atteindre le chiffre de 15, un peu avant leur cloisonnement. Dans les fuseaux achevés, on observe 2 à 4 noyaux par loge (Pl. IV, fig. 1). Ce nombre augmente au moment de la germination (Pl. IV, fig. 3 et 4). Ces noyaux ont les mêmes caractères que dans le mycélium. Pendant la germination, ils grossissent avant de se diviser, puis émigrent dans le tube germinatif. On observe dans les fuseaux en voie de formation des chondriocontes flexueux, disséminés dans le cytoplasme ; dans les loges des fuseaux, on constate seulement des mitochondries granuleuses et de courts bâtonnets. Les chondriocontes réapparaissent pendant la germination et se concentrent autour des noyaux, puis émigrent avec les noyaux dans le cytoplasme du tube germinatif.

Achorion Quinckeanum (Zopf, 1890) (Pl. VI et XVIII).

Nous avons obtenu cette culture, il y a environ trois ans, d'une malade de l'hôpital Saint-Potin (de Lyon), qui portait un simple godet favique, typique, sur la joue gauche. Notre ami le Dr Massia, alors chef de clinique du service dermatologique, a pu établir par l'interrogatoire que cette malade habitait une maison insalubre et humide, où il y avait beaucoup de Souris.

Il semble que ce Champignon parasite se présente fréquemment dans la région lyonnaise ; c'est Jacquetant, alors interne du même hôpital, le premier, vers 1847, et par la suite l'éminent vétérinaire Saint-Cyr, qui ont fait connaître ce Champignon parasite chez les Souris. Ce n'est que plus tard que Quincke a retrouvé ce même Champignon, qui ensuite lui fut dédié par Zopf.

Caractères de la culture-mère. — *Appareil végétatif.* — La culture obtenue par les premiers ensemencements présente au début un mycélium dont les filaments ont une épaisseur variable. Les plus gros sont pourvus d'un protoplasme très épais, tandis que les plus minces présentent un cytoplasme qui prend rapidement un aspect vacuolaire. On observe également quelques cellules en raquette, mais celles-ci sont très rares.

Corps reproducteurs. — Si on examine de nouveau la culture, dix à quinze jours après l'ensemencement, on constate un assez grand nombre de corps reproducteurs qui sont des fuseaux, des chlamydospores et des aleuries.

Les fuseaux apparaissent les premiers ; on peut les observer dès les premiers jours de l'évolution de la culture. Ils se forment de la même façon que les fuseaux des espèces précédemment décrites. Ils prennent naissance sur des articles plus ou moins gros, à protoplasme épais, et sont situés sur les parties latérales ou terminales des filaments ; dans certains

cas, ils peuvent se former dans les parties intercalaires ; ce dernier mode de formation est plus rare et s'observe dans les cultures un peu plus âgées. Ces fuseaux présentent un nombre de loges qui varie de 1 à 6, et leurs dimensions sont de 40 μ de long environ sur 12 μ de large. Il y a à relever une différence avec les espèces *Microsporon fulvum* et *Achorion gypseum*, précédemment décrites : c'est que les fuseaux sont ici beaucoup plus rares et se présentent avec un nombre de loges inférieur, soit beaucoup plus souvent de 1 à 4 loges et très rarement de 4 à 6 loges. Ces fuseaux présentent donc, par le petit nombre de leurs loges et l'irrégularité de ce nombre, les caractères des fuseaux du *M. fulvum* et d'*Ach. gypseum* dans leurs phases de dégradation. Ceci nous amène à penser que l'*Ach. Quinckeaneum* est une forme voisine de ces deux espèces, dont les fuseaux se dégraderaient très rapidement dès la culture-mère, sous l'influence du milieu artificiel.

On observe également, dans ce Champignon, comme corps reproducteurs, un certain nombre de chlamydospores ; celles-ci apparaissent dans les cultures plus ou moins âgées et proviennent, d'une façon générale, de la concentration du cytoplasme, dans certaines parties des filaments plus ou moins gros. Ces chlamydospores sont surtout intercalaires et s'isolent dans les vieilles cultures en se détachant des filaments qui leur ont donné naissance. Après leur détachement, leur paroi s'épaissit. Les filaments qui leur ont donné naissance se vident par suite de leur formation et, dans les cultures très âgées, apparaissent sous la forme souvent de simples membranes plus ou moins épaisses.

Le troisième corps reproducteur, qui résulte d'une dégradation plus avancée, et qu'on observe ici dans les cultures-mères en très petit nombre, est représenté par des aleuries. Les aleuries se forment aux dépens de filaments minces ; le protoplasme de ces filaments se concentre en forme de petites hernies sur les parties latérales ou émigre simplement à l'extrémité ou même dans une région intercalaire du filament mince, pour donner lieu à ces petites chlamydospores que nous avons désignées comme des aleuries. Celles-ci ensuite se dé-

tachent des filaments qui leur ont donné naissance. Les filaments portant ces aleuries, avant que celles-ci ne se détachent, prennent l'aspect d'hyphes sporifères. Mais, ainsi que nous l'avons expliqué, ces corps reproducteurs ne peuvent être assimilés à des conidies ; ce sont de petites chlamydospores. Ces aleuries mesurent de 3 à 4 μ et sont d'une forme très variable ; elles apparaissent dans les cultures âgées en très petit nombre ; on les retrouve en plus grande quantité dans les cultures provenant d'une suite d'ensemencements successifs.

Germination des corps reproducteurs (Pl. XXVI, fig. 5 et 6). — Les fuseaux germent de la même façon que ceux des espèces déjà décrites. Placés dans un nouveau milieu, ils se gonflent et émettent un à plusieurs tubes germinatifs au niveau de chaque loge ; toutes les loges ne germent pas en même temps ; beaucoup d'entre elles dégénèrent d'ailleurs sans produire de tubes germinatifs. Les chlamydospores germent également comme de simples loges de fuseaux en émettant un à plusieurs tubes germinatifs ; certaines de ces chlamydospores se fusionnent entre elles avant de germer. Beaucoup d'aleuries dégénèrent ; les autres peuvent germer soit isolément, soit après s'être fusionnées avec d'autres aleuries ; elles émettent un à trois tubes germinatifs. Les fuseaux et les chlamydospores produisent des filaments assez gros ; par contre, les aleuries ne donnent que des filaments minces ; la quantité de cytoplasme que présentent ces corps reproducteurs avant la germination semble déterminer des différences d'épaisseurs des filaments. Les filaments les plus gros proviennent des corps reproducteurs qui présentent un cytoplasme très dense et très abondant, et les filaments minces proviennent surtout des aleuries.

Phases de dégradation. — Ainsi que nous l'avons exposé plus haut, la culture originelle présente un petit nombre de fuseaux, dont quelques-uns seulement sont constitués de 4 à 6 loges. Il y a donc une très grande différence entre cette espèce et cels précédemment décrites, parce que ces dernières présentent un grand nombre de fuseaux de 4 à 5 loges,

qui persistent pendant très longtemps. Dans l'espèce que nous décrivons ici, au contraire, la dégradation est très rapide et le petit nombre de fuseaux qu'on observe dans les cultures-mères disparaissent très vite. Il n'y aurait donc pas à distinguer ici, ainsi que nous l'avons fait pour les espèces précédentes, une phase de dégradation des fuseaux. Par contre, en plus des phases de chlamydosporisation et d'aleurisation, nous aurons à décrire ici une dernière phase, qui n'existait pas dans les espèces précédentes et qui est caractérisée par ce fait que tous les corps reproducteurs disparaissent. Nous la désignerons comme *phase des filaments stériles.*

La comparaison entre les phases de dégradation de cette espèce de celles précédemment décrites n'est cependant pas tout à fait exacte, car, dans les espèces précédentes, on observait un grand nombre de fuseaux de forme parfaite, même dans la phase de chlamydosporisation et d'aleurisation, qui, dans l'espèce que nous étudions ici, font complètement défaut.

Première phase de dégradation ou chlamydosporisation. — L'appareil végétatif est constitué par des filaments d'un calibre plus ou moins égal et d'une grosseur très variable, de 2 à 5 μ environ ; on peut en effet observer de gros filaments plus ou moins courts, à protoplasme plus ou moins épais, et des filaments très minces d'un calibre plus égal, et à cytoplasme plutôt vacuolisé.

Pendant cette phase, contrairement à ce qu'on a observé dans les espèces précédentes, les fuseaux ont disparu totalement, et on ne constate qu'un certain nombre de chlamydospores, formées aux dépens des filaments les plus gros. Ces chlamydospores résultent de la concentration du cytoplasme d'un article sur un seul point ou plusieurs points de sa longueur. Ces chlamydospores épaississent ensuite leur paroi et se détachent, tandis que l'article qui leur a donné naissance, complètement vidé, se trouve réduit à sa membrane plus ou moins cutinisée.

Les aleuries résultent également de la concentration du cytoplasme, qui se ramasse peu à peu, sur différents points de

articles minces, en constituant une ou plusieurs aleuries; ces aleuries sont de petites chlamydospores, et les filaments qui leur donnent naissance se vident et se détruisent quand les aleuries se sont détachées. Ces aleuries, ainsi que les grosses chlamydospores, ne sont pas très fréquentes et s'observent de préférence dans les vieilles cultures. Dans les cultures en cellules, elles peuvent apparaître plus rapidement, parce que le milieu nutritif est relativement peu abondant ; d'autres conditions, comme l'état d'humidité de la culture en cellule, semblent avoir une influence sur la précocité de l'apparition de ces corps reproducteurs.

En dehors de ces corps reproducteurs, on observe, dans les cultures en cellules, ainsi que dans les cultures sur milieu solide en tubes, une formation spéciale que les auteurs ont décrite et figurée sous le nom de corps nodulaire. Le corps nodulaire présente une très grande ressemblance avec les périthèces des Gymnoascées en voie de formation. Nous avons pu nous en rendre compte en comparant les stades du début de la formation des périthèces de *Gymnoascus candidus* avec ces organes nodulaires. Ces organes dérivent, comme les périthèces de *Gymnoascus candidus*, de deux filaments qui s'enroulent l'un sur l'autre, en décrivant plusieurs tours de spires. Nous pensons donc qu'il y a lieu de considérer ces organes nodulaires comme représentant des périthèces avortés dans leur développement (Pl. XVIII, fig. 27 et 28). Cet avis est partagé également par Ota et Langeron, contrairement à la conception de Sabouraud, qui les considère comme résultant d'un assemblage de chlamydospores. L'assimilation de ces organes nodulaires à des périthèces jeunes arrêtés dans leur développement apporte un argument de plus à la théorie formulée par Matruchot et Dassonville.

La présence de ces éléments nous amène donc à accepter les idées de Matruchot sur la position systématique des Champignons parasites des Teignes et sur leur rapport avec les *Gymnoascées*. Nous reviendrons sur cette question dans nos conclusions générales ; disons simplement pour le moment que nos propres observations nous conduisent à placer les

Champignons des Teignes dans un groupe que nous appelons Atélogymnoascées.

Deuxième phase de dégradation ou d'aleurisation. — L'appareil végétatif est constitué uniquement par des filaments plus ou moins minces dont la grosseur varie de 2 à 4 μ. On observe rarement de gros filaments à protoplasme épais. Les corps reproducteurs sont représentés par quelques rares chlamydospores et un grand nombre d'aleuries.

Les organes nodulaires semblent disparaître pendant cette phase.

Troisième phase de dégradation ou de. filaments stériles. — L'appareil végétatif est constitué par des filaments très minces. Les corps reproducteurs, aussi bien les chlamydospores que les aleuries, disparaissent totalement ; on peut observer seulement quelques rares aleuries, qui, après avoir germé dans un nouveau milieu, ne produisent que des filaments stériles.

Aspect macroscopique de la culture. — Dès les premiers jours, la culture évolue avec un aspect duveté de couleur blanche, très abondant ; cet aspect se conserve pendant toute l'évolution, sauf que le duvet blanc pléomorphique devient très abondant et couvre toute la surface du milieu nutritif. A la longue, cependant, le duvet se ratatine un peu et paraît moins luxuriant que dans les cultures jeunes.

A la suite d'un grand nombre d'ensemencements, au bout de plusieurs mois, le duvet blanc pléomorphique paraît moins abondant, mais la culture conserve le même aspect général. Nous avons dit que ce Champignon se présente dès la culture-mère avec des fuseaux dégradés ; on voit qu'il y a une correspondance exacte entre les caractères morphologiques du Champignon et l'aspect macroscopique de sa culture, qui, dès le début, paraît dégradée sous la forme de duvet blanc pléomorphique.

Observations cytologiques.

Appareil végétatif. — Les cellules jeunes de quarante-huit heures montrent un protoplasme homogène avec des vacuoles hyalines rondes ou légèrement allongées. Celles-ci grossissent peu à peu et se fusionnent dans les cellules beaucoup plus âgées.

Les colorants vitaux (rouge neutre, bleus de Nil, de crésyl, de méthylène) permettent, comme dans les autres espèces étudiées, de colorer les vacuoles et d'observer la métachromatine teinte très vivement à l'état diffus ou précipitée en forme de corpuscules. Les préparations fixées au formol et colorées à l'hémalun ou à l'hématoxyline de Delafield permettent de retrouver les granulations métachromatiques, dans les vacuoles vivement colorées en rouge vineux (Pl. XXVI, fig. 4). Dans ces mêmes préparations, on peut observer les noyaux colorés en bleu pâle au sein du cytoplasme d'une teinte plus pâle.

Le glycogène s'observe surtout dans les gros filaments, mais en petites quantités. Le cytoplasme des filaments minces et de ceux de calibre moyen ne présente pas de glycogène ; par contre, les quelques cellules en raquette montrent beaucoup de glycogène localisé surtout vers leur partie renflée. La graisse est très peu abondante, et elle se présente sous la forme de très fines granulations réfringentes.

Les préparations fixées au formol ou au picroformol, suivies d'une coloration à l'hématoxyline ferrique, nous révèlent la présence des noyaux en forme de petites vésicules ; celles-ci présentent, au milieu, un gros nucléole de forme ronde teint en noir foncé et entouré d'une zone de nucléohyaloplasme ; la membrane nucléaire se voit très difficilement.

Le nombre de noyaux par cellule varie de 3 à 6, mais ces chiffres peuvent être dépassés dans les articles occupant l'extrémité des filaments en voie de croissance ; là on peut compter jusqu'à 10 et 15 noyaux.

Dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique, surtout dans les cellules jeunes, on peut observer des chondriocontes flexueux et filamenteux, dissé-

minés dans le cytoplasme (Pl. VI, fig. 12) ; les grains et les bâtonnets ne s'observent que dans les cellules beaucoup plus âgées. On peut obtenir de très belles préparations du chondriome par la méthode de REGAUD.

Les fuseaux offrent les mêmes caractères cytologiques que dans les espèces précédentes (Pl. VI, fig. 3 et 4).

Achorion gallinæ (MÉGNIN, 1881) (Pl. VI, fig. 1 et 2).

La culture de cette espèce provient du service du Dr SABOURAUD. Nous l'avons étudiée depuis deux ans environ ; son évolution, à presque tous les points de vue, est semblable à celle de l'espèce précédemment décrite.

CARACTÈRES DE LA CULTURE-MÈRE. — *Appareil végétatif.* — Le mycélium est constitué par un petit nombre de filaments à cellules en raquette, un très grand nombre de filaments à calibre égal, mais de largeur très variable (de 2 à 6 μ environ). Son aspect correspond tout à fait à celui de l'*Achorion Quinckeaneum.*

Corps reproducteurs. — Ils sont représentés dans les cultures que nous avons reçues :

1° Par un certain nombre de fuseaux parfaits et quelques fuseaux dégradés (Pl. VI, fig. 1 et 2), dont le nombre de loges varie de 1 à 6, de même dimension et de même aspect que ceux de l'*Achorion Quinckeaneum* ;

2° Par un certain nombre de chlamydospores (Pl. XXVIII, fig. 5 et 6), grosses de 3 à 6 μ environ, et quelques petites chlamydospores ou aleuries. L'ensemble de ces corps reproducteurs présente le même aspect, la même évolution, que dans l'*Achorion Quinckeaneum.*

PHASES DE DÉGRADATION DES CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES. — Nous distinguons également ici les mêmes phases de dégradation que celles que nous avons décrites pour l'*Achorion Quinckeaneum.* Nous avons exposé, à propos de cette espèce, que, dès les premières cultures, les fuseaux se présentent sous

une forme dégradée, ainsi que nous l'observons également ici ; la première phase qui suit cet aspect dégradé des fuseaux est la phase de chlamydosporisation ; la seconde est celle d'aleurisation et la troisième est celle des filaments stériles.

Ces phases de dégradation évoluent également ici de la même façon que dans l'*Achorion Quinckeaneum*; il serait donc inutile de les décrire.

Aspect macroscopique de la culture. — Celle-ci se présente, dès les premiers jours, avec un duvet pléomorphique très abondant, ainsi qu'il a été décrit dans l'espèce précédente. Cet aspect macroscopique correspond également à la morphologie cellulaire, laquelle, dès les premières cultures, est constituée d'éléments dégradés.

Observations cytologiques.

Le protoplasme, les graisses, le glycogène, les noyaux, le chondriome, ainsi que le système vacuolaire de l'appareil végétatif et des corps reproducteurs sont tels que nous les avons décrits à propos de l'*Achorion Quinckeaneum*.

Microsporon lanosum (Nicolas, 1906; Sabouraud, 1907) (Pl. I).

Il y a un peu plus de quatre ans que nous avons obtenu des cultures de cette espèce avec le Dr Massia. C'est notre maître, le professeur Nicolas, qui le premier, avec M. Lacomme, a observé cette espèce en même temps sur l'Homme et le Chien, ainsi que nous l'avons rapporté à notre historique. C'est donc à tort qu'on attribue la découverte de cette espèce à Sabouraud. Il s'agissait, en effet, dans notre cas, d'enfants portant plusieurs plaques microsporiques et dont les cheveux étaient coupés à une certaine longueur de la racine et d'une façon inégale ; en outre, les cheveux malades étaient mélangés avec les cheveux sains. Il semble donc que la clinique, dans

certains cas, peut nous guider sur la nature de l'espèce d'après le type de la lésion, mais, ainsi que nous l'exposerons en détail plus loin, il n'y a qu'une constance relative entre le type de la lésion et l'agent causal, et seulement pour certaines espèces depuis longtemps adaptées. Quoi qu'il en soit, nous avons pu étudier cette espèce avec des cultures obtenues directement de la lésion et après ensemencement de cheveux malades. Nous exposerons, ainsi que nous l'avons fait pour l'espèce précédente, les caractères de la culture-mère, et dans la suite nous ferons l'exposé morphologique des caractères qui se manifestent en milieu artificiel, après un certain nombre d'ensemencements.

Caractères de la culture-mère. — *Appareil végétatif.* — L'observation de cultures âgées de quelques jours et obtenues à partir des éléments pathologiques ensemencés révèle un mycélium constitué de filaments d'aspect variable : un premier type est représenté par des filaments formés de grosses cellules en raquette, remplies d'un protoplasme dense et homogène : un deuxième type est constitué par des filaments larges de 3 à 6 μ environ et d'une longueur très variable : un troisième type est représenté par des filaments un peu plus minces, dont la grosseur varie de 2 à 4 μ, pourvus d'un cytoplasme d'abord homogène, mais qui rapidement devient vacuolaire.

Ce sont les deux premiers types de filaments qui apparaissent les premiers; le troisième est beaucoup plus rare et ne se produit qu'en dernier lieu; il augmente à mesure que la culture est réensemencée.

Appareil reproducteur. — A partir du troisième jour du développement, on observe la production de grosses cellules légèrement allongées : celles-ci, à mesure qu'elles se développent, prennent l'aspect fuselé, puis en vieillissant se délimitent par formations de cloisons en loges d'un nombre assez constant ; par la suite, les fuseaux définitivement constitués se détachent des filaments qui leur ont donné naissance.

Le fuseau apparaît soit à l'extrémité des filaments, soit sur leur partie latérale ; dans d'autres cas, c'est une cellule inter-

calaire qui se transforme par allongement en fuseau ; ce dernier mode est plus rare.

Les fuseaux sont très nombreux, et la culture, au bout d'une semaine, examinée au microscope, présente un grand nombre de fuseaux qui couvrent totalement le champ microscopique de la préparation, ainsi que l'expriment Bodin et Sabouraud (Pl. XV, fig. 1 et 4).

Les fuseaux mesurent de 50 à 75 μ de long et 15 à 25 μ de large ; leurs extrémités sont plutôt pointues, et ils renferment de 8 à 12 loges, quelquefois même davantage. Les loges du milieu sont deux fois plus larges que longues. Celles des extrémités sont au contraire carrées ou deux fois plus longues que larges. Cet aspect est caractéristique, surtout pour les fuseaux récemment constitués. Les fuseaux âgés présentent une paroi très épaisse et, dans beaucoup de cas, cutinisée et couverte par de très longues aspérités situées surtout vers les deux extrémités du fuseau. Les loges des fuseaux âgés de trois mois environ présentent une paroi sur plusieurs points rétractés, de sorte que le contour de la loge se présente avec un grand nombre d'anfractuosités (Pl. I, fig. 1 à 7).

Il nous paraît évident que les caractères si particuliers de ces fuseaux peuvent servir de base dans le diagnose de cette espèce.

Germination. — Si on ensemence les fuseaux d'une vieille culture dans un nouveau milieu en cellules Van Tieghem et qu'on les observe quarante-huit heures après, on obtient la germination d'un grand nombre de ces fuseaux. Chaque loge, pendant cette germination, se gonfle et émet un ou plusieurs tubes germinatifs, qui naissent soit sur les parties latérales des fuseaux, soit vers leurs deux extrémités, suivant qu'ils se forment dans les loges du milieu ou dans les deux extrémités du fuseau. Les tubes germinatifs apparaissent d'abord comme de petits bourgeons sur les bords de la loge gonflée. Ceux-ci perforent la paroi cutinisée du fuseau et s'allongent en filaments pourvus d'un cytoplasme dense et d'une largeur très variable ; ces filaments reconstituent l'appareil végétatif tel que nous l'avons exposé au début de ce chapitre.

Phases de dégradation. — L'ensemble de ces caractères morphologiques a persisté pendant six mois environ malgré les nombreux ensemencements que nous avons pratiqués sur la même culture. Par la suite, nous avons assisté à une dégradation progressive aboutissant à la disparition totale des fuseaux, des cellules en raquette et de la plus grande partie des gros filaments.

Nous avons pu distinguer pendant cette dégradation quatre phases successives. Il est bien certain qu'entre ces quatre phases, il n'y a pas de limites absolues ; elles chevauchent les unes sur les autres. On peut observer, en effet, pendant une phase quelconque, des caractères de la phase précédente ou de la phase suivante. Mais, malgré la relativité de cette délimitation des quatre phases, il est néanmoins facile de s'orienter et de préciser l'état d'une culture donnée, si on prend en considération le plus grand nombre d'éléments qui persistent au moment où on l'examine et si on considère ces éléments cellulaires par rapport au nombre de ceux qui sont dégradés.

Ces phases de dégradation sont les suivantes :

1° *Phase de dégradation des fuseaux;*

2° *Phase de chlamydosporisation;*

3° *Phase d'aleurisation;*

4° *Phase des filaments stériles.*

Première phase de dégradation des fuseaux. — C'est à partir du quatrième au huitième mois et après avoir fait subir à la culture originelle plusieurs ensemencements que les caractères de cette phase apparaissent.

L'observation des cultures jeunes permet de constater un appareil végétatif constitué par des filaments larges, d'un aspect homogène, mais de formes et de dimensions très variables. Ces filaments mesurent jusqu'à 5 μ de large et 20 μ de long ; d'autres filaments ne mesurent qu'à peine 3 μ à 4 μ et apparaissent en très grand nombre ; ils offrent un protoplasme moins dense que les gros filaments. Enfin, on trouve un troisième type de filaments beaucoup plus minces, de calibre égal, mesurant à peine de 2 à 3 μ, dont le contenu est vacuolisé. Ces derniers éléments apparaissent en très petit nombre.

Les corps reproducteurs sont représentés par des fuseaux, qui

naissent de la même façon que les fuseaux décrits précédemment ; ils en diffèrent en ce que leur dimension est plus petite et qu'ils possèdent un moins grand nombre de loges. Ils mesurent, en effet, à peine de 30 à 50 μ, et le nombre de leurs loges varie de 1 à 8 ; ce sont donc des fuseaux dégradés (Pl. I, fig. 3 à 15). En dehors de ces fuseaux, on en trouve également d'autres plus parfaits tels que nous les avons observés et décrits dans les cultures-mères ; ces derniers fuseaux ont donc encore échappé à la dégradation. En dehors de ces fuseaux parfaits et des fuseaux dégradés, on observe un certain nombre de chlamydospores ou de fuseaux à une seule loge, et qui représentent le degré le plus avancé de la dégradation des fuseaux, qui se termine par leur transformation en ce que nous allons décrire dans une autre phase sous le nom d'aleuries. Ces diverses formes de corps reproducteurs tirent leur origine de filaments dont le cytoplasme offre une densité très variable: ceux dont le cytoplasme est très épais arrivent à donner des fuseaux parfaits; mais ceux dont le cytoplasme est moins dense, en vieillissant, ne donnent que des fuseaux dégradés, ou de simples grosses chlamydospores globuleuses, formées soit aux dépens d'une cellule intercalaire, soit sur les côtés des filaments. Ces grosses chlamydospores paraissent correspondre à des fuseaux réduits à une seule loge. On trouve, en effet, des intermédiaires entre les fuseaux et les chlamydospores (Pl. I, fig. 16 à 21). C'est ainsi qu'on observe des formations fuselées qui, au lieu de produire des fuseaux typiques, concentrent sur un point du fuseau tout leur cytoplasme et forment une chlamysdospore qui paraît homologable à une loge : tout le reste du fuseau se vide.

Deuxième phase de dégradation ou de chlamydosporisation. — L'appareil végétatif est constitué par un petit nombre de gros filaments pourvus d'un cytoplasme homogène. Les cellules en raquette observées dans les cultures originelles disparaissent ici totalement. Par contre, on observe un très grand nombre de filaments minces constitués d'articles très longs, vacuolisés, de 2 à 4 μ de largeur.

Les corps reproducteurs sont représentés par un certain nombre de chlamydospores qui résultent des filaments les

plus gros ; c'est le cytoplasme de ces derniers qui se concentre en un seul ou plusieurs points des articles et forme autant de chlamydospores qu'il y a de points de concentration protoplasmique. Il est rare qu'on observe quelques fuseaux dégradés avec une ou plusieurs loges ; par contre, des éléments nouveaux apparaissent : ce sont les aleuries que nous décrirons dans la phase suivante.

Troisième phase de dégradation ou d'aleurisation. — Les filaments deviennent de plus en plus minces et de plus en plus vacuolisés.

Les fuseaux même dégradés ont disparu totalement, et on n'observe qu'un certain nombre de chlamydospores.

Par contre, les aleuries, que l'on peut observer dès la première phase de dégradation, apparaissent ici en un plus grand nombre. Nous avons décrit ces aleuries à propos du *Microsporon fulvum* d'une façon très détaillée. Elles se forment sur les parties latérales, terminales ou dans l'intérieur même des filaments minces, à la suite d'une concentration du cytoplasme ; ce sont de véritables petites chlamydospores de forme et de dimension très variable (Pl. I, fig. 22 à 30). Observées pendant qu'elles sont encore attachées aux filaments qui leur donnent naissance, ces aleuries prennent l'aspect de ce que les auteurs ont décrit comme hyphes sporifères ou hyphes *Acladium*: Bodin et Sabouraud les considèrent avec juste raison comme formées aux dépens du duvet blanc pléomorphique. Le premier de ces auteurs remarque même que, pour obtenir ces hyphes, il faut pratiquer plusieurs ensemencements et les chercher au niveau du duvet blanc pléomorphique. Cependant cet auteur n'a pas remarqué que la production de ces aleuries est liée à la disparition des fuseaux. Sabouraud a également reproduit des figures du *Microsporon lanosum*, indiquant les différents corps reproducteurs qu'il a dessinés, sans entrer dans aucune explication sur l'évolution de ces éléments et dans avoir remarqué les rapports qui existent entre eux, d'où la confusion qui existe pour tous les Dermatophytes.

Les aleuries sont dans cette espèce beaucoup moins nombreuses que dans le *Microsporon lanosum*, mais leur mode

de production est absolument le même. Le petit nombre de ces aleuries s'explique par la rapidité avec laquelle s'effectue dans cette espèce la dégradation des fuseaux ; cette dégradation était, au contraire, beaucoup plus lente dans le *Microsporon fulvum* et l'*Achorion gypseum*, d'où le grand nombre d'aleuries qu'on trouve dans ces dernières espèces.

Quatrième phase de dégradation ou des filaments stériles. — Le mycélium est constitué par des filaments très minces de 2 à 3 μ environ, remplis d'un cytoplasme qui devient rapidement vacuolaire (Pl. XVII, fig. 39 à 44). Ainsi, quand on examine des cellules âgées d'une dizaine de jours environ, on constate que le cytoplasme est réduit à de simples brides séparant un grand nombre de vacuoles. Ces filaments arrivent dans certains cas, par une concentration de leur protoplasme, à former quelques aleuries (Pl. XVII, fig. 39 et 44), mais celles-ci ne se rencontrent ici qu'en très petit nombre et ne se forment qu'aux dépens des articles du mycélium les plus robustes. Ces aleuries placées dans un nouveau milieu germent en émettant un à deux tubes germinatifs; un certain nombre d'entre elles dégénèrent ou peuvent se fusionner par deux avant de germer. Le tube germinatif qui résulte de cette germination constitue des filaments très minces, à contenu très vacuolisé. Ils correspondent à la phase ultime de la dégradation de cette espèce.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture au début et en milieu d'épreuve Sabouraud glycosé se présente, vers le quinzième jour, avec une aire centrale de la grosseur d'un franc, d'un aspect poudreux et de couleur blanche; autour de cette aire se produit un duvet blanc pléomorphique très peu abondant.

Par la suite, l'aspect général de la culture se modifie très peu, le centre devient légèrement duveté, mais conserve quand même son aspect poudreux; il reste de couleur toujours blanche. Par contre, le duvet blanc pléomorphique s'étend vers la périphérie et, dans certains cas, occupe toute la surface du milieu du tube à essai.

Avec les ensemencements successifs, l'aspect poudreux

disparaît, et toute la culture se présente avec un duvet blanc pléomorphique très développé, couvrant totalement le milieu artificiel ; ce duvet également diminue en quantité, à mesure que la culture est réensemencée et qu'elle vieillit.

L'aspect poudreux initialement observé correspond à la présence de fuseaux abondants, tandis que le duvet blanc pléomorphique correspond aux filaments minces au niveau desquels BODIN a trouvé ce qu'il a décrit comme hyphes *Acladium* et SABOURAUD comme hyphes sporifères. Nous avons expliqué l'interprétation qu'on doit accorder aux éléments de ces hyphes qui ne sont pas des conidies, mais, comme l'ont soutenu MATRUCHOT, DASSONVILLE et GUÉGUEN, des petites chlamydospores que nous assimilons aux aleuries de VUILLEMIN. Par la suite, la culture acquiert l'aspect d'un duvet blanc jaunâtre, soyeux, qui correspond à la phase de filaments stériles.

OBSERVATIONS CYTOLOGIQUES.

Appareil végétatif. — Cette espèce a été l'objet, de notre part, d'une observation cytologique très détaillée. Les filaments d'un mycélium jeune, de quarante-huit heures, présentent un cytoplasme homogène et très épais, avec de nombreuses petites vacuoles ; les cellules placées vers les extrémités des filaments montrent un cytoplasme beaucoup plus dense, et leurs vacuoles offrent l'aspect de petites vacuoles hyalines, arrondies ou plus ou moins allongées. Peu à peu et à mesure qu'on s'éloigne de l'extrémité du filament, on constate que ces vacuoles augmentent de volume et se fusionnent pour former de grosses vacuoles qui remplissent les cellules âgées ; ces vacuoles montrent parfois, dans leur intérieur, quelques granulations très réfringentes et animées de mouvements browniens, mais, très souvent également, ces granulations font totalement défaut.

Une observation très attentive permet parfois d'observer, vers les extrémités des filaments où se trouvent les cellules en voie de croissance, des aspects filamenteux qui paraissent correspondre au chondriome. Les noyaux ne se distinguent

ordinairement pas. Les colorants vitaux (bleus de Nil, de crésyl et de méthylène, rouge neutre) permettent de colorer le contenu des vacuoles qui se précipite le plus souvent particulièrement ou totalement sous forme de nombreux corpuscules métachromatiques. Ces corpuscules, d'abord animés de mouvements browniens, se gonflent peu à peu et à la longue se fusionnent et finissent par constituer un seul gros corpuscule qui vient s'accoler sur les bords de la vacuole, en forme de croissant (Pl. XXV, fig. 10 et 14). Les préparations fixées au formol ou à l'alcool et colorées à l'hématoxyline ferrique ne montrent pas en général de corpuscules métachromatiques ; le plus souvent les vacuoles apparaissent dans ces préparations sous forme de taches incolores, au sein d'un cytoplasme teint en gris. Par contre, si, après fixation au formol, on colore les préparations par l'hématoxyline de Delafield ou par l'hémalun, on obtient la coloration dans les vacuoles d'un grand nombre de corpuscules métachromatiques, teints en rouge vineux. Les préparations fixées de la même manière et colorées par le bleu de crésyl ou de Unna mettent en évidence les corpuscules métachromatiques colorés en violet rougeâtre, mais sans différencier les noyaux.

En examinant le mycélium directement dans le réactif iodo-ioduré, on constate, dès les premiers jours du développement, la présence du glycogène. Celui-ci apparaît dans les filaments les plus gros et notamment dans les parties renflées des cellules en raquette (Pl. XXVII, fig. 10 et 11), sous forme de grains ou d'îlots plus ou moins gros et de contour irrégulier. Ces îlots grossissent peu à peu et prennent l'aspect de plages qui entourent les vacuoles; parfois le glycogène se diffuse dans les vacuoles et se précipite dans leur intérieur sous forme de granulations animées de mouvements browniens. Le glycogène se forme, comme on le voit, sous l'intervention du chondriome. Au bout d'un mois, le glycogène acquiert une importance telle que certains filaments apparaissent uniformément teints en couleur brun-acajou. Par contre, le glycogène fait totalement défaut dans les filaments à cellules minces.

L'observation du mycélium dans une solution d'acide osmique révèle la présence de petits grains de nature graisseuse ou lipoïde (Pl. XXIV, fig. 5 et 7). Ces granulations apparaissent toujours en petit nombre, disséminées dans le cytoplasme, sauf dans certains cas où, à la suite d'une dégénérescence cytoplasmique, quelques cellules paraissent envahies complètement de corpuscules graisseux. Les préparations fixées par le liquide de MEVES et colorées par la fuchsine acide (KULL) permettent de différencier les graisses, qui apparaissent teintes en brun par l'acide osmique. Ces granulations naissent directement dans le cytoplasme sans que le chondriome participe à leur formation.

Après fixation au formol ou au picroformol, suivie de coloration à l'hématoxyline ferrique, les noyaux apparaissent sous forme de petites vésicules constituées par un nucléoplasme hyalin et un gros nucléole fortement coloré. La membrane nucléaire et la chromatine ne sont ordinairement pas distinctes. Les noyaux mesurent de 1 à 1 μ,5 ; ils sont le plus souvent ronds et parfois ovoïdes. Dans quelques cas, vers les extrémités des filaments, on observe des noyaux en forme d'haltère avec deux nucléoles, l'un dans chaque renflement. Ce sont probablement des stades de division amitotique.

Le nombre de noyaux contenu dans chaque article est très variable selon la longueur de ceux-ci. Ordinairement, on trouve de un à cinq noyaux dans les articles ; par contre, dans les extrémités des filaments et dans les cellules en raquette, on peut compter de dix à vingt noyaux.

Dans les préparations fixées au formol et colorées par l'hématoxyline de DELAFIELD ou par l'hémalun, les noyaux apparaissent teints en bleu pâle. Les préparations fixées au formol et colorées par l'hématoxyline ferrique permettent, dans beaucoup de cas, d'observer nettement le chondriome : celui-ci est constitué presque exclusivement dans les filaments jeunes par des chondriocontes ; les bâtonnets et les grains sont très rares. Des essais de coloration du chondriome au moyen de solution très diluée de violet de Dahlia ou de vert-Janus ont réussi à teindre ces éléments.

Appareil reproducteur. — Lorsqu'on observe sur le vivant un fuseau très jeune, celui-ci se présente sous la forme d'une cellule allongée remplie d'un protoplasme homogène et très dense. Dans l'intérieur de ce cytoplasme, on distingue une grande quantité de petites vacuoles rondes ou ovales, ramassées surtout vers les deux extrémités de la cellule; par la suite, ces vacuoles se multiplient et, après avoir occupé les parties périphériques du cytoplasme, apparaissent également dans le centre et finalement remplissent tout le cytoplasme. Ces vacuoles, très petites au début, grossissent, se fusionnent et finissent par constituer de très grosses vacuoles de forme arrondie. Sous l'influence des colorants vitaux (bleu de Nil, bleu de crésyl, bleu de méthylène et rouge neutre), on détermine la précipitation dans l'intérieur de ces vacuoles de la métachromatine (Pl. XXV, fig. 10 et 14). Les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline de Delafield ou à l'hémalun permettent d'observer les corpuscules métachromatiques teints en rouge vineux, tandis que les noyaux se détachent en même temps en bleu pâle (Pl. XXVI, fig. 1 et 3). Il est en tout cas difficile d'obtenir de bonnes préparations des fuseaux présentant une paroi cutinisée, du fait que les colorants pénètrent très difficilement; il est donc nécessaire de les examiner jeunes ou en état de germination ou de prolonger l'action des colorants.

Le réactif iodo-ioduré permet d'observer le glycogène dans le cytoplasme des fuseaux très jeunes, sous l'aspect de petites plages à contour irrégulier; dans les stades ultérieurs, le glycogène finit par remplir totalement le cytoplasme. Les loges des fuseaux qui ont atteint leur développement se teignent complètement en brun-acajou très foncé (Pl. XXVII, fig. 1), sous l'action de la solution iodo-iodurée. Dans les loges des fuseaux dégradés et les chlamydospores (Pl. XXVII, fig. 12 et 13; Pl. XXVIII, fig. 7 et 10), la teinte est beaucoup moins foncée. Le glycogène disparaît pendant la germination, et on n'en observe aucune trace avant déjà l'émission des tubes germinatifs. Sous l'action de l'acide osmique, on met en évidence des graisses qui apparaissent

disséminées dans le cytoplasme sous forme de très fines granulations.

Dans les préparations fixées au formol ou au picroformol et colorées à l'hématoxyline ferrique, on observe les noyaux sous le même aspect des vésicules centrées d'une masse noire qui correspond au nucléole. Dans les fuseaux jeunes, on peut observer de trois à six noyaux ; par la suite, ces noyaux se multiplient et peuvent atteindre le nombre de vingt. A mesure que les loges se forment, les noyaux se répartissent dans le cytoplasme de chaque loge, au nombre de deux à cinq pour chaque loge.

Pendant la germination, les noyaux se gonflent au milieu d'une masse protoplasmique épaisse et, après avoir subi plusieurs divisions, rentrent dans le tube germinatif en suivant le cytoplasme. Dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique des fuseaux très jeunes, on observe des chondriocontes allongés et flexueux. Dans les loges des fuseaux, ce sont plutôt des grains qui dominent. Par contre, pendant la germination, le chondriome se présente sous l'aspect de longs chondriocontes entre-croisés et agglomérés autour des noyaux. Par la suite, ces chondriocontes se disséminent dans le cytoplasme et pénètrent dans le tube germinatif avec les noyaux.

Microsporon felineum (Fox et Blaxall, 1896).

Une culture de cette espèce nous a été remise par le service du Dr Sabouraud, il y a environ deux ans.

Par contre, il y a environ quelques mois, nous avons obtenu une culture nous-mêmes, isolée d'un Chat malade, aux environs de Lyon. Les lésions évoluaient comme une microsporie d'enfant : soit de petits cercles légèrement rouges avec quelques squames et des cheveux coupés à des longueurs différentes de la racine. Ces lésions siégeaient sur la tête d'une Chatte, et elles ont été transmises aux enfants que celle-ci venait de faire naître. Il semble que ces lésions ont apparues sur les petits Chats quelques jours après leur naissance. Nous

avons extrait quelques poils et quelques squames que nous avons ensemencés, avec notre ami le Dr Massia, au laboratoire de parasitologie de la Faculté de médecine de Lyon.

Les cheveux malades présentaient de petites spores qui entouraient le cheveu et, vers la racine, quelques filaments qui envahissaient l'intérieur du cheveu. Les squames présentaient des filaments divisés en cellules plus ou moins courtes et, dans certains cas, légèrement globuleuses.

La culture que nous avons obtenue sur milieu Sabouraud, glycosé se présentait avec un léger duvet blanc pléomorphique, qui, un mois après, s'effritait, et l'aspect général de la culture consistait en une véritable poudre très friable. La grandeur de la culture atteignait à peine la pièce de deux francs et se surélevait très légèrement sur la surface du milieu.

L'examen de l'appareil végétatif et des corps reproducteurs nous a permis de constater quelques filaments avec articles en raquettes, des filaments très allongés, ainsi que des filaments minces, d'un calibre très égal.

Les corps reproducteurs étaient représentés par des fuseaux qu'on observait rarement dans une forme parfaite avec dix loges environ et beaucoup plus souvent avec un nombre de loges réduit de une à cinq. Les caractères de ces fuseaux étaient ceux du *Microsporon felineum*, mais la forme que nous étudions se différenciait du *M. felineum* par le fait que ces fuseaux étaient en nombre très réduit et n'apparaissaient que dans les cultures très âgées (un mois environ). On observait également un certain nombre de chlamydospores et quelques aleuries.

Contrairement aux observations faites par les auteurs sur toutes les formes de *Microsporon felineum* décrites jusqu'ici, où on observait un grand nombre de fuseaux, il y a ceci de particulier dans la culture que nous avons obtenue, c'est que l'espèce se présente avec une forme dégradée. Elle se rapproche, dans ce cas, de l'espèce *Microsporon Audouini*, que nous considérons comme une forme voisine, mais dégradée, du *Microsporon lanosum*, cette dernière espèce, *Microsporon lanosum*, étant très voisine de l'espèce *Microsporon felineum*,

décrite pour la première fois par Fox et Braxall.

Il est donc intéressant, ainsi que nous le verrons par la suite, de relever ce point tout à fait particulier, que des formes dégradées d'une même espèce peuvent se retrouver dans les lésions mycologiques. Ceci nous amène à penser que les auteurs ont pu décrire comme espèces différentes des formes dégradées de la même espèce. Nous reparlerons plus loin de cette question ; contentons-nous pour l'instant de rapporter cette observation qui montre que, par ses caractères culturaux, cette espèce se rapproche du *Microsporon Audouini* et doit être cependant considérée par son évolution clinique comme un *Microsporon felineum.*

La forme que nous venons de décrire et que nous avons obtenue directement sur des Chats a été isolée récemment ; nous n'avons donc pas pu suivre son pléomorphisme. Néanmoins, il semble que les rares fuseaux disparaissent très rapidement et, après le troisième ensemencement, nous ne les avons pas obtenus. Le pléomorphisme de cette espèce est donc très rapide, contrairement à l'espèce *felineum* que nous allons décrire et dont la culture nous a été remise par le service du Dr Sabouraud, depuis deux ans environ.

Caractères de la culture-mère. — *Appareil végétatif et corps reproducteurs.* — Une culture âgée de quelques jours seulement montre un certain nombre de filaments à cellules en raquette, de très nombreux filaments larges, ainsi qu'une grande quantité de filaments minces.

L'examen de la culture, au bout de dix à quinze jours, offre des caractères tout différents. On y trouve des fuseaux qui sont parfaitement constitués (Pl. XV, fig. 3), avec 8 à 10 loges environ. Par contre, on observe un certain nombre de fuseaux dégradés, qui présentent un nombre de loges inférieur à 8, et on peut en observer avec une seule loge. Les chlamydospores fort nombreuses ont un diamètre variant entre 4 et 7 μ environ, tandis que les aleuries, en très petit nombre, sont de dimension et de forme variables. Les fuseaux proviennent des gros filaments ou des formes en raquettes, c'est-à-dire des filaments à protoplasme dense. Les chlamy-

dospores ont la même origine, tandis que les aleuries résultent de la condensation en petites masses irrégulières du protoplasme des articles des filaments minces.

Tous ces éléments augmentent à mesure que la culture vieillit.

Phases de dégradation. — A la suite d'ensemencements successifs, les fuseaux disparaissent ; les chlamydospores persistent d'abord en assez grand nombre, mais finissent-elles aussi par disparaître après un très grand nombre d'ensemencements. Les aleuries, très rares au début, se multiplient à mesure qu'augmente le nombre de filaments minces. Tout à la fin, les aleuries elles-mêmes se raréfient, tandis que les filaments minces peu à peu détruits se réduisent à des débris de membrane. Les cultures ont alors un aspect pulvérulent, tel qu'on l'observe macroscopiquement dans les cultures pléomorphiques très jeunes.

Les caractères des fuseaux, l'ensemble de leur évolution et de celle de tout l'appareil végétatif et reproducteur sont très semblables à ceux du *Microsporon lanosum*. Ces ressemblances sont telles qu'un mycologue éprouve la plus grande difficulté à distinguer de cette espèce le *Microsporon felineum*. Aussi croyons-nous devoir rapprocher ces deux espèces. Nous avons exposé d'une manière très complète l'évolution du *Microsporon lanosum* ; aussi n'insisterons-nous pas dans la description de l'espèce que nous étudions. Il résulte de l'aspect des caractères morphologiques, tels que nous les avons signalés, que la culture du *Microsporon felineum* que nous possédons était plus ou moins pléomorphisée.

D'après l'état de ses éléments cellulaires, et par rapport à ce que nous avons écrit à propos du *Microsporon lanosum*, il semble que ce Champignon se trouve dans le stade de dégradation que nous avons noté comme phase de dégradation fuselée. Il est donc inutile de décrire les phases de dégradation qui suivent, qui sont semblables à celles que nous avons étudiées en détail, pour le *Microsporon lanosum*. L'aspect macroscopique de la culture vérifie également l'opinion que nous venons d'émettre que la culture que nous avons étudiée de cette espèce était pléomorphisée.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture se présente sous forme d'un abondant duvet pléomorphique, tel qu'on l'observe d'habitude dans le *Microsporon* à fuseaux très nombreux, mais pléomorphisés. Si on laisse vieillir cette culture pendant un mois environ, on constate que la partie profonde de la culture au contact du milieu devient légèrement poudreuse, tandis que toute la région superficielle est occupée par un duvet cotonneux très abondant et couvrant presque totalement le tube de culture : la couleur de tous ces éléments est blanchâtre. A mesure que l'on pratique de nouveaux ensemencements, on constate que le volume du mycélium diminue et que ce dernier évolue, dans certains cas, sous forme de petites touffes, de duvet soyeux, comparable, à tous points de vue, à certaines formes culturales dégradées. Ce duvet blanc pléomorphique se transforme peu à peu, en vieillissant, en une véritable poussière blanche très légère ; nous avons expliqué plus haut cet aspect pulvérulent.

Ainsi que nous l'avons expliqué pour le *Microsporon lanosum*, la partie poudreuse observée au début et se trouvant en contact avec la surface du milieu, dans les cultures vieilles, est constituée d'une façon générale par les corps reproducteurs qui ont achevé leur développement. Par contre, le duvet blanc pléomorphique superposé à la couche poudreuse presque invisible est constitué par des filaments minces excessivement développés, mais dont l'ensemble, dans les cultures vieilles de trois mois, prend l'aspect d'une poudre très légère, parce que ces filaments minces donnent une certaine quantité d'aleuries et, après s'être vidés de leur cytoplasme, se pulvérisent, en se fragmentant. Cet aspect macroscopique de la culture correspond exactement à celui du *Microsporon lanosum.*

Les caractères cytologiques de cette espèce sont tout à fait semblables à ceux que nous avons observés dans *M. lanosum.* Il serait donc inutile de les décrire ici.

Microsporon pubescens (SABOURAUD, 1909).

Nous devons cette culture à l'obligeance du Dr LEGROU, de l'Institut Pasteur.

La culture telle qu'elle nous a été remise présentait un duvet blanc pléomorphique très court, qui constituait une couche très mince, sur une partie de la surface du milieu nutritif. Son aspect pourrait se comparer tout à fait à ce qu'on observe dans les cultures de l'espèce *Microsporon Audouini*, que nous décrirons plus loin.

Le mycélium offre un grand nombre de filaments larges, d'un calibre égal, à cytoplasme dense, ainsi qu'un grand nombre de filaments minces, à cytoplasme plus ou moins vacuolisé. On n'observe pas de cellules en raquette. L'appareil reproducteur de cette espèce est représenté par un petit nombre de fuseaux ; nous en avons trouvé à peine une dizaine, dont la forme se rapproche tout à fait de celle des fuseaux des *Microsporon lanosum*, *felineum* et *Audouini*. Ces fuseaux mesurent 60 μ de long environ, sur 20 μ de large. Ils présentent un nombre de loges qui varie de 1 à 10, et qui ont un aspect tout à fait comparable à celui des loges des fuseaux des espèces que nous avons citées plus haut.

On observe également un certain nombre de grosses chlamydospores et d'aleuries, qui apparaissent attachées aux filaments minces.

A la suite d'un certain nombre d'ensemencements que nous avons pratiqués dans de nouveaux milieux, la culture ne s'était presque pas modifiée, aussi bien dans la composition de son mycélium que dans son aspect macroscopique. Par contre, les fuseaux, que nous observions en petit nombre au moment où la culture nous a été remise, ont disparu complètement.

Les auteurs qui ont étudié les cultures-mères de cette espèce ont observé un grand nombre de fuseaux, comme dans le *Microsporon lanosum*, ou dans d'autres espèces précédemment décrites. Ces mêmes auteurs reproduisent des fuseaux de même aspect que les fuseaux du *Microsporon lanosum*,

et tels que nous les avons nous-mêmes observés en petit nombre dans les cultures que nous a remises le service du Dr Legrou. L'absence des cellules en raquette, l'absence également de fuseaux observés cependant en grand nombre par les auteurs dans les cultures-mères semblent indiquer que la culture de cette espèce, telle qu'elle nous a été remise, était dégradée et qu'elle correspondait à la phase de dégradation que nous avons décrite à propos du *Microsporon lanosum* sous le nom de phase de chlamydosporisation, ou plus exactement qu'elle se trouvait dans un état intermédiaire entre cette phase et celle d'aleurisation. Il devient évident que la persistance seule de quelques fuseaux que nous avons observés pourrait nous orienter sur la diagnose de l'espèce.

L'aspect macroscopique de la culture correspond également à l'aspect macroscopique que présente la culture du *Microsporon Audouini*, qui lui-même, ainsi que nous l'avons dit, nous semble correspondre à une phase de dégradation des espèces *Microsporon lanosum* ou *felineum*. On pourrait donc être tenté d'assimiler ces trois espèces si étroitement ressemblantes au *M. pubescens*. Nous croyons cependant que, pour une pareille assimilation, il serait nécessaire d'observer les cultures originelles obtenues à la suite de l'ensemencement des éléments pathologiques.

Nous n'avons pas fait d'observation cytologique de ce Champignon. Nous avons simplement relevé que le glycogène persiste dans les fuseaux et dans certaines grosses chlamydospores ; on en trouve aussi dans certains filaments larges ; par contre, il fait totalement défaut dans les filaments minces, ainsi que dans les aleuries. Nous avons mentionné cette espèce pour montrer à quel point est difficile la diagnose mycologique par l'observation de simples cultures pléomorphiques. Il est donc dangereux d'étudier des espèces dont les cultures ont été plusieurs fois ensemencées, parce que leurs corps reproducteurs, qui constituent la seule base de la diagnose des espèces, finissent par se modifier. Il devient donc évident qu'en cherchant à caractériser les Dermatophytes, comme on le fait pour les Champignons saprophytes, sans tenir compte du pléomorphisme qui fait dispa-

raître les éléments nécessaires à la diagnose, on s'expose à des erreurs considérables.

Microsporon Audouini (Gruby, 1843) (Pl. XI).

C'est le Champignon parasite qui cause chez les enfants de la seconde enfance la Teigne tondante microsporique, qui se présente au cuir chevelu sous la forme de taches rondes, couvertes de squames grisâtres, le cheveu étant cassé à peu de distance de la peau.

Nous avons eu plusieurs spécimens de cette espèce, que nous avons obtenus à la clinique de dermatologie du professeur Nicolas. Ils évoluèrent presque tous de la même façon dans le milieu d'épreuve Sabouraud.

Caractères de la culture-mère. — *Appareil végétatif.* — Le mycélium des cultures très jeunes est constitué par des filaments de forme et d'aspect très variables. On observe quelques rares filaments formés de cellules en raquettes, et un très grand nombre de filaments d'un calibre plus ou moins égal, mesurant de 4 à 6 μ. Ces deux formes de filaments sont remplies d'un protoplasme homogène et plus ou moins épais. Un troisième type est constitué par des filaments dont la grosseur varie de 2 à 4 μ. Ces derniers, d'un calibre très égal, offrent un cytoplasme très vacuolisé.

Si on observe le mycélium au bout de quelques jours, on constate un certain nombre d'articles très gros, allongés, de forme fuselée, divisés dans beaucoup de cas en un certain nombre de loges, et qui représentent des fuseaux. Ceux-ci naissent sur les parties latérales ou terminales des gros filaments à protoplasme épais ; ils s'allongent petit à petit, prennent un aspect fuselé ; puis ils se divisent en un nombre de loges qui varie de 1 à 10. Après s'être définitivement constitués, ils se détachent des filaments qui les supportent ; ces fuseaux mesurent environ de 40 à 70 μ de long sur 15 à 25 μ de large. Ils sont peu nombreux, même dans les cultures âgées, et présentent des ressemblances très grandes avec ceux

du *Microsporon lanosum* précédemment décrit (Pl. XV, fig. 2). On trouve en général des fuseaux parfaitement constitués avec une moyenne de 8 à 10 loges, et des fuseaux dégradés qui présentent un nombre de loges variant de 1 à 8. Les loges du milieu du fuseau sont deux fois plus larges que longues. Ces fuseaux offrent une paroi qui, à la longue, se cutinise et forme parfois des aspérités. Par l'ensemble de ces caractères, les fuseaux de la culture-mère se rapprochent beaucoup des fuseaux que nous avons décrits pendant la première phase de dégradation dans l'espèce *Microsporon lanosum*. En effet, le *Microsporon Audouini* se rapproche par tous ses caractères de la première phase de dégradation du *Microsporon lanosum*. On trouve, en même temps que les fuseaux dégradés, dans les cultures plus ou moins âgées de cette espèce, un certain nombre de grosses chlamydospores de 4 à 7 μ environ, et un petit nombre d'aleuries qui mesurent 3 μ environ.

Phases de dégradation. — Nous distinguons dans cette espèce trois phases de dégradation :

1° *Phase de chlamydosporisation ;*

2° *Phase d'aleurisation ;*

3° *Phase des filaments stériles.*

Dans le *Microsporon lanosum*, nous avons décrit, comme première phase, celle de la dégradation des fuseaux, que nous trouvons ici dès la culture-mère.

Première phase de dégradation ou de chlamydosporisation. — Comme dans le *Microsporon lanosum*, pendant cette phase de dégradation, les cellules en raquette disparaissent presque complètement ; par contre, on trouve un certain nombre de gros filaments à protoplasme plus ou moins épais et un grand nombre de filaments minces plus ou moins longs de 2 à 4 μ de large. Les fuseaux ont presque totalement disparu, et on observe un certain nombre de grosses chlamydospores qui résultent de la concentration du cytoplasme des plus gros filaments, qui n'arrivent plus à former de fuseaux. En outre, on observe un certain nombre de petites chlamydospores ou aleuries, formées surtout par une concentration du cyto-

plasme des filaments minces. Celles-ci naissent soit par bourgeonnement sur les parties latérales de ces filaments, soit directement dans l'intérieur de ces filaments. Ces aleuries, avant de s'être détachées, prennent, avec les filaments qui les portent, l'aspect de ce que les auteurs ont décrit comme hyphes sporifères. Quand on place ces aleuries dans un nouveau milieu, elles germent et produisent des filaments stériles. Ces aleuries se forment en petit nombre aussi bien dans cette phase que dans les suivantes.

Deuxième phase de dégradation ou d'aleurisation. — A mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements, les filaments deviennent de plus en plus minces et ne produisent que des aleuries. On observe que rarement de grosses chlamydospores. En effet, pendant cette phase de dégradation, les gros filaments ont disparu et il n'y a que des filaments minces dont la largeur varie de 2 à 4 μ. Quand la culture vieillit, le cytoplasme d'un certain nombre de ces filaments, dont la plupart dégénèrent, se concentre en différents points de leur longueur et constitue des aleuries de 2 à 4 μ, semblables à celles qu'on voit se former dans les cultures originelles aux dépens des filaments minces (Pl. XI, fig. 1 et 2). Après la disparition des fuseaux et des grosses chlamydospores, ces aleuries constituent en somme les seuls corps reproducteurs.

Troisième phase de dégradation ou des filaments stériles. — Pendant cette phase, le mycélium issu de la germination des aleuries est constitué de filaments très minces, d'aspect vacuolisé et dont la largeur varie de 2 à 3 μ. Le cytoplasme de ces filaments, en vieillissant, se résorbe, et c'est seulement dans certains cas très rares qu'il arrive à se concentrer dans l'intérieur des plus grosses cellules pour constituer quelques aleuries. Pendant cette phase, le mycélium devient donc stérile (Pl. XI. fig. 3 à 9).

Aspect macroscopique de la culture. — Sur le milieu d'épreuve Sabouraud, la culture se présente sous l'aspect d'un petit disque dont la grosseur dépasse à peine une pièce de un franc. Elle est constituée d'un duvet blanc très mince

avec un centre légèrement poudreux et d'un aspect grisâtre. Sabouraud a observé des cultures avec un duvet blanc pléomorphique beaucoup plus abondant, analogue à celui du *Microsporon lanosum*. Cet auteur a décrit très en détail ces aspects, et, en ce qui nous concerne, nous nous limiterons ici à l'interprétation simple que nous devons donner à ces formes macroscopiques. En effet, le duvet blanc pléomorphique, qu'on observe dès la culture-mère, répond à l'état dégradé que nous avons décrit comme caractère morphologique de la culture originelle ; l'absence de l'aspect poudreux que présente initialement la culture géante du *Microsporon lanosum* correspond au grand nombre des fuseaux que présente cette espèce. Par contre, dans l'espèce que nous étudions, les fuseaux sont très peu nombreux, ainsi que les grosses chlamydospores, et le Champignon se dégrade très facilement en donnant surtout des filaments minces dès la culture originelle, état qui correspond à la présence du duvet blanc pléomorphique.

Observations cytologiques.

Appareil végétatif. — L'observation vitale des cellules âgées de vingt-quatre heures montre un cytoplasme homogène avec des petites vacuoles hyalines, rondes ou ovoïdes. Ces vacuoles se fusionnent très rapidement en grossissant, et on aperçoit dans leur intérieur des petits corps réfringents animés de mouvements browniens. Avec les colorants vitaux (rouge neutre, ou les bleus de crésyl, de Nil), ces petits éléments se colorent très vivement et paraissent beaucoup plus nombreux dans l'intérieur des vacuoles.

L'observation vitale des cellules jeunes de trois à quatre jours nous permet d'observer des petits globules oléagineux disséminés dans le cytoplasme, que nous trouvons ici beaucoup plus nombreux que dans les autres *Microsporon*. Le glycogène apparaît sous forme d'îlots colorés en brun-acajou, dans les gros filaments constitués par des cellules en raquette, ou dans les gros filaments cylindriques, dont le cytoplasme se transforme en chlamydospores. Dans les cellules en raquette, il

semble être plus abondant que dans les gros filaments cylindriques où, dans certains cas, il se présente sous la forme de simples granulations de contour irrégulier, disséminées dans le cytoplasme. Par contre, le glycogène fait totalement défaut dans les filaments minces. D'une façon générale, le glycogène est beaucoup moins abondant que dans le mycélium des Champignons, présentant un grand nombre de fuseaux, tels que le *Microsporon lanosum*, ou le *Microsporon felineum* ou le *Microsporon pubescens*, auxquels l'espèce que nous étudions se rapproche le plus par ses fuseaux et son mycélium. Les noyaux ne se distinguent pas vitalement; par contre, le chondriome, dans certaines cellules en voie de croissance, peut s'observer parfois sous la forme de petits éléments filamenteux, un peu plus réfringents que le cytoplasme.

Dans les préparations fixées par le formol ou le picroformol, et colorées par l'hématoxyline ferrique, on aperçoit les noyaux, au nombre de 3 à 6 environ par article, et quelquefois même jusqu'à 12 dans les articles terminaux des filaments en voie de croissance. Ces noyaux se présentent sous l'aspect de vésicules hyalines, dans lesquelles se distingue un gros nucléole fortement coloré ; la paroi des noyaux est parfois colorée, mais on ne distingue pas la chromatine. Quelques aspects paraissent indiquer une division nucléaire par amitose. Dans les préparations fixées au formol, on aperçoit très souvent le chondriome constitué par de longs chondriocontes flexueux.

Appareil reproducteur. — Les fuseaux en voie de formation présentent un cytoplasme dense, dans lequel on observe un grand nombre de petites vacuoles placées initialement sur les deux extrémités des fuseaux et lesquelles, par la suite, grossissent et se fusionnent très rapidement pour constituer de grosses vacuoles. Au moyen des colorants vitaux, on peut observer, dans l'intérieur de ces vacuoles, un grand nombre de corpuscules métachromatiques animés de mouvements browniens et très fortement colorés. Dans les fuseaux qui ont accompli leur développement, chaque loge présente un cytoplasme très peu abondant et dans l'intérieur duquel on observe un grand nombre de grosses vacuoles.

On trouve dans le cytoplasme de très fines granulations graisseuses assez abondantes et disséminées dans les loges des fuseaux ; ces graisses envahissent complètement les loges d'un fuseau dans le cas où il y a une dégénérescence. Le glycogène apparaît dans le cytoplasme d'abord sous la forme de petites plages; celles-ci se fusionnent et les fuseaux définitivement constitués apparaissent complètement colorés en brun-acajou par le réactif iodo-ioduré. Pendant la germination, le glycogène disparaît avant que la loge d'un fuseau en germination émette ses tubes germinatifs.

Dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique, les noyaux se détachent avec la forme qu'ils ont dans les filaments. Le nombre varie de 3 à 15, suivant le stade du développement du fuseau ou suivant que ce fuseau est parfait ou dégradé. A la suite de la délimitation du fuseau en loges, les noyaux se répartissent au nombre de 2 à 5 par loge suivant leur nombre. Pendant la germination, ces loges grossissent, les noyaux se gonflent, se divisent et rentrent dans le tube germinatif en suivant le cytoplasme.

On observe également dans les fuseaux, à tous les stades de leur développement et pendant leur germination, de longs chondriocontes et quelques rares mitochondries granuleuses.

Épidermophyton cruris (Castellani 1905). Syn. : **Épidermophyton inguinale** (Sabouraud, 1907) (Pl. V et XVI).

Pour l'étude de cette espèce, nous avons eu à notre disposition plusieurs cultures provenant soit du service de clinique dermatologique de l'Antiquaille, soit d'autres laboratoires. Toutes les espèces que nous avons étudiées ont présenté des caractères très semblables et n'ont pas permis de distinguer parmi elles les variétés admises par Sabouraud.

Caractères de la culture-mère. — *Appareil végétatif.* — Dans une culture jeune, le mycélium se montre constitué de filaments dont la forme varie beaucoup ; néanmoins ces filaments présentent un calibre plus ou moins égal et leur longueur

dépasse deux à trois fois leur largeur. Ils présentent un cytoplasme très dense. Les filaments minces, constitués d'articles longs, sont plutôt rares. Par contre, on observe un certain nombre de filaments de calibre moyen, dont la longueur dépasse plusieurs fois la largeur; mais ces derniers filaments, ainsi que les filaments minces, sont peu nombreux par rapport aux gros filaments signalés en premier lieu.

Le mycélium ainsi défini produit, à partir du troisième jour de la culture, une grande quantité de fuseaux qui apparaissent soit sur les côtés latéraux des filaments, soit à leur extrémité, soit assez souvent aux dépens d'un article intercalaire du filament. Ces fuseaux ont un nombre de loges qui varie de 3 à 5 environ.

Appareil reproducteur. — Les fuseaux ainsi constitués sont larges de 6 à 8 μ environ et de 20 à 35 μ de long ; ils ont un nombre de loges qui varie de 3 à 5, mais ce chiffre est quelquefois plus élevé ou inférieur. Les loges de ces fuseaux sont d'un aspect caractéristique; dans certains cas, elles sont deux fois plus longues que larges, et, dans d'autres cas, elles présentent un aspect globuleux et sont aussi longues que larges. La paroi externe du fuseau et les parois transversales qui séparent les loges restent ici extrêmement minces, et les loges, dans les vieilles cultures, ont une tendance à se séparer. Placés dans un nouveau milieu, ces fuseaux germent ; leurs loges donnent un ou plusieurs tubes germinatifs, souvent après s'être détachées du fuseau. Ces fuseaux, contrairement à ce qu'on observe dans les autres espèces, sont en général directement insérés sur le filament qui leur a donné naissance, sans l'intermédiaire d'un pédicelle; il y a pourtant des fuseaux dont la première loge, très mince et très allongée, constitue une sorte de pédicelle par l'intermédiaire duquel le fuseau s'attache au filament qui lui a donné naissance. On observe quelquefois plusieurs fuseaux portés par un seul filament, jusqu'à 5 ou 7 à la fois. Le fuseau est donc suffisamment caractéristique pour permettre d'établir très rapidement la diagnose de l'espèce (Pl. II, fig. 3).

A mesure que la culture vieillit, le nombre de ces fuseaux devient très abondant, de telle sorte que tout le champ

microscopique d'une préparation est couvert par ces fuseaux ; ceux-ci restent pourtant, contrairement à ce qu'on observe pour les fuseaux des autres espèces, très longtemps attachés aux filaments qui leur ont donné naissance. Ils ne s'en détachent que dans les cultures très âgées.

Au fur et à mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements, les éléments de la culture-mère subissent certaines dégradations, que nous allons étudier de suite.

Phase de dégradation de l'espèce. — L'étude des espèces de souche différente, que nous avons étudiées, ne nous a jamais donné des cultures complètement pléomorphiques. La dégradation de cette espèce s'effectue très lentement et n'a jamais produit entre nos mains les cultures avec filaments stériles que nous avons désignées ailleurs comme dernière phase de dégradation. Il y a donc à distinguer dans l'évolution dégradante produite, à la suite d'un grand nombre d'ensemencements pratiqués dans les milieux nouveaux, trois phases de dégradation :

1° *La dégradation des fuseaux, ou première phase de dégradation ;*

2° *Deuxième phase de dégradation ou phase de chlamydosporisation ;*

3° *Troisième phase de dégradation ou phase d'aleurisation.*

Pendant ces trois phases, les fuseaux persistent même en petit nombre, et jamais on ne trouve de limites bien précises entre elles.

Pourtant le nombre des fuseaux parfaits diminue de plus en plus, à mesure que l'espèce atteint la dernière phase de dégradation ; mais les caractères de la culture-mère persistent d'une manière suffisante pour permettre de distinguer très nettement l'espèce.

Cependant divers auteurs (Sabouraud, en particulier) ont signalé des phases de dégradation caractérisées par la disparition des fuseaux. Cela provient sans doute de ce que le pléomorphisme s'opère très lentement dans cette espèce, et que nous n'avons pas obtenu dans nos cultures ces phases ultimes de dégradation.

Première phase ou dégradation des fuseaux. — Il n'y a presque aucune différence à signaler dans l'évolution du mycélium ; les filaments se présentent toujours avec une largeur qui varie de 3 à 6 μ ; les filaments minces, qui peuvent mesurer jusqu'à 2 μ, sont très rares, et ce sont surtout des filaments d'un calibre moyen, de 3 à 4 μ environ, qui sont les plus nombreux. Ces derniers sont de longueur et de forme très variables.

Les corps reproducteurs sont représentés par un grand nombre de fuseaux. Dans beaucoup de cas, ces fuseaux présentent les mêmes caractères que dans la culture-mère. Dans d'autres cas, ils se dégradent et ne produisent qu'un nombre de loges qui varie de 1 à 3, au lieu de 4 à 5 que présentent les fuseaux parfaits. A mesure qu'on pratique un plus grand nombre d'ensemencements, ces fuseaux dégradés deviennent de plus en plus nombreux, tandis que les fuseaux normaux apparaissent beaucoup plus rares.

Deuxième phase de dégradation ou de chlamydosporisation. — Après une longue suite d'ensemencements, le nombre des filaments minces devient plus important. Le mycélium, dans ce cas, est toujours constitué par des filaments plus ou moins larges qui varient de 3 à 5 μ. Mais, en même temps, on voit se produire un grand nombre de filaments minces dont la largeur varie de 2 à 3 μ. Les fuseaux se dégradent de plus en plus et ne présentent, pour le plus grand nombre, que de 1 à 3 loges. Ceux qui sont constitués par une seule loge prennent l'aspect de simples chlamydospores (Pl XVI, fig. 13 à 16). En dehors pourtant de ces fuseaux si simplifiés, on en trouve de plus parfaits dont le nombre de loges varie de 3 à 4. Ces derniers paraissent beaucoup moins nombreux.

Troisième phase de dégradation ou d'alcurisation. — A mesure que de nouveaux ensemencements sont pratiqués, le nombre des filaments minces augmente, et les filaments plus ou moins larges diminuent. On peut donc dire que le mycélium, dans cette phase, est constitué par autant de filaments minces de 2 à 3 μ de largeur, que des filaments un peu plus gros de 3 à 4 μ de large ; ces derniers filaments présentent, dans certains cas, une forme plus ou moins bosselée, surtout

dans les cultures un peu âgées, à cause de la tendance que présente le cytoplasme à se condenser, en se rétractant, pour former des chlamydospores ou des fuseaux dégradés. Les corps reproducteurs sont représentés par un certain nombre de fuseaux, produits par les filaments plus gros et dont le nombre de loges varie de deux à trois. Par contre, on observe un certain nombre de fuseaux, à une seule loge, et un grand nombre de grosses chlamydospores de formes variables, soit intercalaires, soit situées à l'extrémité des filaments. En outre, on observe un certain nombre de petites chlamydospores intercalaires, terminales ou latérales, qui résultent de la concentration et de l'émigration du cytoplasme des filaments minces et qui correspondent à des aleuries. Ces dernières sont ici en petit nombre, contrairement à ce qu'on observe dans les autres espèces à fuseaux. Cette pauvreté des aleuries semble être due à la dégradation très lente des fuseaux de cette espèce.

Aspect macroscopique de la culture. — Sabouraud et Castellani, qui ont décrit cette espèce, ont donné une description très complète de l'aspect macroscopique de sa culture. Cette culture, dans certains cas, peut suffire à elle seule pour diagnostiquer l'espèce. L'aspect de cette culture, en milieu d'épreuve Sabouraud, est celui d'un carton poudreux d'une teinte jaunâtre ou brique clair, attaché solidement sur la surface du milieu nutritif. Il n'acquiert d'aspect pléomorphique que par places seulement et à la suite d'un grand nombre d'ensemencements, dans les cultures qu'on a laissées vieillir. Néanmoins, le duvet blanc pléomorphique est très court et constitue un duvet très léger qui, dans certains endroits de la surface de la culture, peut constituer de petites touffes beaucoup plus importantes. Ce duvet blanc résulte surtout de la présence des filaments minces. Malgré le nombre d'ensemencements successifs pratiqués pour nos cultures, nous n'avons pas pu obtenir un pléomorphisme complet de cette espèce tel qu'il a été signalé par d'autres auteurs ; mais, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut, rien ne présume qu'il ne puisse pas se

produire à la suite d'un plus grand nombre d'ensemencements.

Observations cytologiques.

Appareil végétatif. — Dans les filaments très jeunes, le protoplasme apparaît dense et homogène, parsemé de nombreuses et très petites vacuoles. Celles-ci grossissent très lentement et, dans les filaments même âgés, on observe un grand nombre de petites vacuoles et un très petit nombre de grosses vacuoles. Cette disposition du système vacuolaire est spéciale aux gros filaments, à protoplasme dense. Dans les filaments à cellules allongées et d'un calibre égal, les vacuoles sont plus grosses et sont disposées à des distances plus ou moins régulières, dans toute la longueur du filament. Les colorants vitaux (bleu de Nil, bleu de crésyl, bleu de méthylène, rouge neutre) précipitent la métachromatine, qui se trouve dans l'intérieur des vacuoles à état de solution colloïdale et donne lieu à un grand nombre de granulations métachromatiques, vivement colorées et animées de mouvements browniens ; si on laisse agir les colorants plus longtemps, ces granulations métachromatiques s'immobilisent, se fusionnent et viennent s'accoter sur les bords des vacuoles, prenant une forme de croissant.

Dans les cultures très âgées, les vacuoles se colorent d'une façon diffuse, mais on observe toujours cependant quelques granulations métachromatiques.

Le système vacuolaire peut être également observé dans les préparations fixées au formol ou à l'alcool et colorées à l'hémalun ou à l'hématoxyline de Delafield ; dans ce cas, la métachromatine se colore en rouge vineux, tandis qu'en même temps on peut observer les noyaux teints en bleu pâle. On constate dans le cytoplasme la présence de très nombreuses granulations graisseuses, très fines. Elles apparaissent dans les filaments très jeunes et se conservent, pendant toute l'évolution du mycélium, devenant parfois, dans certains filaments très âgés, excessivement nombreuses et plus grosses, par suite d'une dégénérescence graisseuse du cytoplasme.

Le glycogène se trouve en très grande quantité dans les cellules jeunes ; il subit la même évolution que dans les espèces précédentes et arrive finalement à remplir toute la cellule. Néanmoins, les cellules n'en renferment pas toutes autant : ce sont surtout les plus grosses, celles qui ont un protoplasme dense, qui en présentent la plus grande quantité, tandis que les plus minces, dans beaucoup de cas, en sont totalement privées.

C'est seulement dans les éléments très jeunes, fixés au formol ou au picroformol et colorés à l'hématoxyline ferrique, que l'on peut observer très nettement les noyaux. Ceux-ci se détachent sous forme de vésicules constituées par un nucléohyaloplasme, dans lequel se trouve un gros nucléole teint en noir foncé ; la membrane nucléaire se distingue très difficilement ; la chromatine paraît se trouver sur les bords de la membrane. On aperçoit quelquefois des figures nucléaires en haltère qui paraissent correspondre à une division amitotique du noyau. Le nombre de noyaux varie de 2 à 10 par article ; il dépasse ce chiffre dans les cellules jeunes. Dans les cellules âgées, les noyaux sont moins abondants.

Dans les mêmes cellules jeunes, on distingue aussi le chondriome sous l'aspect de longs chondriocontes flexueux ; les grains et les bâtonnets se présentent surtout dans les cultures âgées.

Appareil reproducteur. — Dans les fuseaux jeunes, le cytoplasme et le système vacuolaire se présentent avec le même aspect que dans les cellules jeunes de l'appareil végétatif (Pl. XXV, fig. 5 à 7).

Dans les loges des fuseaux qui ont accompli leur développement, le cytoplasme est réduit à de simples brides séparant les grosses vacuoles. On observe, dans le cytoplasme des loges, quelques granulations graisseuses.

Le glycogène envahit totalement les loges des fuseaux, que le réactif iodo-ioduré teint totalement en brun-acajou (Pl. XXVII, fig. 3) ; il disparaît dans les loges en germination (Pl. V, fig. 1 et 2).

Les noyaux se présentent avec le même aspect que dans

l'appareil végétatif et ne sont décelables que dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline de fer. Ils sont au nombre de deux à cinq dans les fuseaux très jeunes, et ce chiffre devient double ou triple dans les fuseaux qui ont acquis leur développement complet. A la suite de la division du cytoplasme en loges, les noyaux se répartissent au nombre de 2 à 5 par loge. Pendant la germination, les noyaux des loges se gonflent, s'allongent et se divisent avant de pénétrer dans le tube germinatif.

Le chondriome des fuseaux très jeunes se présente dans les mêmes préparations avec l'aspect de chondriocontes, tandis que, dans les loges des fuseaux constitués, ce sont surtout des grains. Au niveau des loges en germination, le chondriome est constitué par de véritables chondriocontes entre-croisés et entourant le noyau ; ces chondriocontes, par la suite, se séparent et pénètrent dans le tube germinatif, où on les observe sous l'aspect de filaments flexueux. Les grosses chlamydospores sont pleines de glycogène, qui disparaît avec leur germination. Elles renferment un protoplasme vacuolaire qui présente le même aspect que dans les cellules de l'appareil végétatif ; on y trouve également de granulations graisseuses.

Les noyaux sont au nombre de plusieurs dans chaque chlamydospore.

Les aleuries sont privées du glycogène et présentent un seul noyau.

Trichophyton granulosum (Sabouraud, 1908)

(Pl. IX, fig. 5 à 10).

Caractères de la culture-mère. — Le mycélium jeune est constitué par des filaments dont la grosseur varie de 2 à 4 μ. On observe un grand nombre de filaments minces et un petit nombre de filaments larges.

Les corps reproducteurs sont représentés par de grosses chlamydospores, qui se forment aux dépens des filaments les plus larges : le cytoplasme de ces filaments se fragmente

en un certain nombre de petites masses, qui se constituent en chlamydospores. Celles-ci, une fois délimitées, prennent généralement une forme globuleuse, carrée ou hexaédrique et épaississent leur paroi. Placées dans un nouveau milieu, elles gonflent et germent en émettant un ou plusieurs tubes germinatifs. Un autre corps reproducteur, qui résulte des filaments minces, se trouve en très grand nombre dans les cultures jeunes et correspond à ce que nous avons décrit ailleurs comme aleuries. Ces aleuries résultent de l'émigration du cytoplasme des filaments minces, soit dans les bourgeons latéraux, soit dans l'intérieur de ces mêmes filaments minces ; le cytoplasme se concentre dans ces différents endroits et constitue de petites chlamydospores qui, attachées encore aux filaments, offrent l'aspect des hyphes sporifères des auteurs.

Phases de dégradation. — L'appareil reproducteur, constitué par de grosses chlamydospores et des aleuries, semble indiquer que cette espèce se trouve, dans sa culture originelle et, par rapport aux caractères de la culture-mère des autres espèces à fuseaux, à la phase de dégradation que nous avons désignée comme phase de chlamydosporisation, dans les espèces qui possèdent des fuseaux. A la suite d'un grand nombre d'ensemencements, cette espèce, comme les précédentes, subit une dégradation et passe par les deux phases qui succèdent à la phase de chlamydosporisation et que nous avons appelée phase d'aleurisation et phase des filaments stériles. Nous allons donc exposer brièvement les caractères de ces deux phases de dégradation.

Première phase de dégradation ou phase d'aleurisation. — Pendant cette phase, les grosses chlamydospores ont disparu, et on n'observe qu'un certain nombre d'aleuries. Le mycélium, qui présentait dans la culture-mère des filaments larges, n'est constitué ici que par des filaments minces d'un calibre égal et très long, surtout quand ils sont observés à un âge jeune. En effet, les filaments larges et les grosses chlamydospores que l'on observait dans la culture-mère disparaissent ici totalement. Ainsi on n'observe, pendant cette phase, que des filaments minces, dont le plus grand nombre donnent des

aleuries par les procédés que nous avons exposés plus haut.

Deuxième phase de dégradation ou des filaments stériles. — Dans cette phase, on trouve des filaments très minces dont les plus gros peuvent arriver, dans quelques cas, à produire un certain nombre d'aleuries.

Ces aleuries, très peu nombreuses et de dimensions très petites, placées dans un nouveau milieu, germent en émettant de un à trois tubes germinatifs, qui n'évoluent par la suite que pour donner des filaments très minces et stériles.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture très jeune se présente sous la forme d'un duvet blanc pléomorphique très abondant, qui couvre totalement la surface du milieu artificiel. Ce duvet blanc pléomorphique, examiné dans son aspect général et par rapport aux autres espèces, peut nous permettre d'établir l'hypothèse suivante :

Cette culture ne présente aucun rapport par son aspect avec les cultures de l'*Epidermophyton inguinale* ; elle ne peut pas non plus être rapprochée du *Microsporon lanosum*, parce que celui-ci, pendant sa dégradation, donne des cultures dont le duvet blanc pléomorphique est pauvre, ainsi que nous l'observons aussi pour le *Microsporon Audouini*, dont les fuseaux, d'une forme dégradée, sont analogues aux fuseaux des *Microsporon lanosum*, *felineum* et *pubescens*.

Par contre, l'abondance du duvet blanc pléomorphique que présente la culture de l'espèce que nous étudions ici nous incite à établir un rapport entre elle et le *Microsporon fulvum*, l'*Achorion gypseum*, l'*Achorion gallinæ* et l'*A. Quinckeaneum*, dont les cultures pléomorphiques présentent le même aspect avec un duvet blanc pléomorphique très abondant.

Malgré son absence de fuseaux, le *Trichophyton granulosum* peut donc être considéré comme une forme voisine du *Microsporon fulvum*, des *Achorion gypseum*, *gallinæ* et *Quinckeaneum*. Il présente en effet, par son duvet blanc pléomorphique, et ses caractères morphologiques, tous les caractères de ces espèces dans leur phase de chlamydosporisation. Il est donc permis de supposer qu'il représente une forme dont les fuseaux ont disparu par suite d'un pléomorphisme très accentué.

Nous avons observé, dans cette espèce et dans les cultures âgées de deux mois environ, quelques petits sclérotes. Ceux-ci se présentaient sous la forme de petits nodules dont la longueur était de 2 centimètres et la largeur de 1 centimètre environ. Ces sclérotes avaient, en somme, une forme ovale et, par une de leurs extrémités, s'unissaient à la surface de la culture par un petit pédoncule rond dont la longueur était de 1 centimètre et la largeur de 30 millimètres environ. Le nombre de ces sclérotes que nous avons observés, il y a trois ans, dans une seule culture, était très peu nombreux; ils se sont formés sur la surface des cultures et tout près du fond du tube à essai.

Observations cytologiques.

Le cytoplasme des filaments larges et jeunes est dense et présente de petites vacuoles de forme ronde ou ovale. Dans l'intérieur de ces vacuoles, les colorations au rouge neutre font apparaître quelques granulations métachromatiques et un liquide teint d'une manière diffuse. Dans le cytoplasme, on observe également un petit nombre de granulations très fines, de nature graisseuse qui brunissent par la solution d'acide osmique. Le glycogène siège généralement en forme d'îlots au niveau des filaments larges et dans les grosses chlamydospores, où on les trouve en plus grande quantité. Les filaments minces et les petites chlamydospores ou aleuries ne montrent pas la réaction du glycogène.

Les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique montrent un mycélium avec des noyaux dont le nombre varie de deux à six par article. Ce chiffre peut être dépassé dans les articles situés à l'extrémité des filaments en voie de croissance.

Les noyaux se présentent avec l'aspect de vésicules hyalines composées d'un nucléohyaloplasme et d'un gros nucléole teint en noir foncé; la membrane de ces noyaux, dans certains cas, peut être visible.

Les grosses chlamydospores présentent de deux à cinq

noyaux, lesquels, pendant la germination, grossissent et se divisent avant d'émigrer dans le tube germinatif.

Les aleuries présentent un seul noyau.

Dans les mêmes préparations on observe souvent des chondriocontes flexueux, surtout dans les filaments très jeunes. Dans les cellules âgées, ainsi que dans les corps reproducteurs, le chondriome est représenté par des grains et quelques bâtonnets. Pendant la germination des corps reproducteurs, le chondriome reprend l'aspect de gros chondriocontes flexueux, qu'on observe dans les filaments jeunes, mais plus gros et plus courts.

Trichophyton lacticolor (SABOURAUD, 1910) (Pl. IX, fig. 1 à 5).

CARACTÈRES DE LA CULTURE-MÈRE. — Le mycélium est constitué par des filaments larges et un grand nombre de filaments minces. Les corps reproducteurs sont représentés par de grosses chlamydospores et un grand nombre d'aleuries.

A tous points de vue, la culture-mère présente les mêmes caractères que celle du *Trichophyton granulosum*.

PHASES DE DÉGRADATION. — Les caractères de la culture-mère nous font penser que cette espèce, ainsi que le *Trichophyton granulosum*, se trouve dans ses cultures originelles dans une phase correspondant à la chlamydosporisation ou plutôt à une phase intermédiaire entre celle de chlamydosporisation et d'aleurisation.

A la suite d'ensemencements successifs, cette espèce se dégrade : les grosses chlamydospores de la culture-mère cessent de se produire, et le Champignon passe à la phase d'aleurisation.

Première phase de dégradation ou d'aleurisation. — Pendant cette phase, les filaments larges et les grosses chlamydospores disparaissent ; ces éléments donnent surtout des aleuries par bourgeonnement, tandis que les filaments minces produisent des aleuries par concentration et émigration protoplasmique; celles-ci, en germant dans un autre milieu, ne

donnent plus que des filaments minces. Ainsi le mycélium, à cette phase, n'est constitué que par des filaments minces qui, en vieillissant, produisent un grand nombre d'aleuries ou se résorbent, ne donnant lieu à aucun corps reproducteurs.

Deuxième phase de dégradation ou des filaments stériles. — Les aleuries de la phase précédente, placées dans un nouveau milieu, ne produisent que des tubes germinatifs, qui évoluent en filaments stériles ; c'est le stade ultime de l'évolution régressive de l'espèce.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture jeune présente un abondant duvet pléomorphique, qui couvre totalement la surface du milieu artificiel, ainsi que nous l'avons observé pour le *Trichophyton granulosum*. Comme cette dernière espèce, qui lui est tout à fait superposable, le *Trichophyton lacticolor*, par l'aspect de la culture géante, présente des caractères semblables à ce que l'on observe dans la troisième phase de dégradation de certaines espèces présentant un grand nombre de fuseaux, telle *Microsporon fulvum*, ou dans la deuxième phase de dégradation des espèces présentant un petit nombre de fuseaux, dont la plupart sont dégradés, tels les *Achorion gallinæ* et *Quinckeaneum*. Dans cette phase de chlamydosporisation, ces derniers Champignons donnent des cultures avec un duvet blanc pléomorphique très abondant.

Observations cytologiques.

Cette espèce présente les mêmes caractères cytologiques que le *Trichophyton granulosum*, que nous avons décrit précédemment. Il est inutile de revenir sur ce que nous avons décrit à propos de cette espèce (Pl. IX, fig. 1 à 5).

Trichophyton crateriforme (Sabouraud, 1902).

Les cultures de cette espèce ont été isolées par nous-mêmes de malades de la clinique de dermatologie de l'Antiquaille ; quelques-unes nous ont été remises par d'autres laboratoires.

Caractères de la culture-mère. — *Appareil végétatif.* — Dans une culture très jeune, les filaments apparaissent plus ou moins longs, d'un calibre plutôt égal, et d'une épaisseur qui varie de 2 à 5 μ. Les plus gros sont formés par les articles les plus courts, tandis que les plus minces ont des articles d'une longueur plus grande. Dans son ensemble, le mycélium est constitué par de gros troncs qui donnent naissance à un grand nombre de ramuscules de plus en plus minces. Les extrémités des filaments larges en voie de croissance prennent parfois l'aspect de véritables chandeliers faviques ou engendrent d'autres formes, sur lesquelles il n'y a pas raison d'insister, leur intérêt étant secondaire.

Appareil reproducteur. — A mesure que la culture vieillit, le mycélium produit des corps reproducteurs dont nous distinguons deux types : 1° de grosses chlamydospores ; celles-ci, dans certains cas, sont alignées les unes après les autres et offrent un peu l'apparence de fuseaux ; dans d'autres, elles sont placées à l'extrémité des filaments et peuvent donner aux articles, suivant leurs formes, des aspects que les auteurs ont décrits comme chandeliers faviques ou clous faviques ou crosses ; 2° des petites chlamydospores ou aleuries qu'on observe en très grand nombre.

Les premiers de ces corps reproducteurs résultent d'une concentration du cytoplasme dans les filaments larges. Le cytoplasme se fragmente en un certain nombre de masses, qui se délimitent par des cloisons et, en vieillissant, forment ainsi de grosses chlamydospores. Celles-ci une fois constituées se détachent et s'isolent. Dans leur état normal, ces chlamydospores mesurent de 3 à 5 μ environ. Elles sont très peu nombreuses.

Le second type des corps reproducteurs est représenté par de petites chlamydospores ou aleuries. Ces aleuries peuvent résulter d'un bourgeonnement latéral et très abondant qui se produit sur des filaments larges et surtout sur les grosses chlamydospores et, en général, sur les filaments constitués par de gros articles. Ces aleuries se détachent immédiatement après s'être constituées et, après s'être détachées, ne laissent

aucune trace au niveau de la paroi des cellules qui leur ont donné naissance. La production des aleuries se fait également par concentration cytoplasmique ou par émigration sur les parties latérales dans les filaments plus minces. Leur production est si abondante qu'elle amène la disparition totale du cytoplasme des filaments qui leur donnent naissance, lesquels se vident complètement. Il se produit donc, ici comme dans les espèces précédentes, une émigration totale du cytoplasme dans ces aleuries (Pl. X, fig. 1 à 12), ce qui justifie notre opinion que ces aleuries ne peuvent pas être assimilées à des conidies. Il semble bien qu'on puisse les considérer comme de simples corps d'involution. Ce sont ces aleuries qui, encore attachées aux filaments qui leur ont donné naissance, correspondent aux formes que les auteurs ont décrites comme hyphes sporifères, simples ou complexes, ou hyphes *Acladium*, etc...

Quand elles se produisent par bourgeonnement, sur des articles un peu plus gros et en très grand nombre, elles peuvent former de véritables grappes, telles que les auteurs les ont signalées. Placées dans un nouveau milieu, les aleuries, qui mesurent 2 à 3 μ, aussi bien que les grosses chlamydospores, germent en émettant un à plusieurs tubes germinatifs ; certaines d'entre elles peuvent pourtant dégénérer ; quelques-unes se fusionnent avant de germer.

Phases de dégradation. — La présence des grosses chlamydospores et des aleuries indique que cette espèce, par rapport aux Dermatophytes à fuseaux, offre des caractères comparables à ceux de la phase de dégradation que nous avons décrite dans ceux-ci comme stade de chlamydosporisation.

Donc, si on pratiquait un grand nombre de nouveaux ensemencements sur l'espèce que nous étudions, on devrait obtenir, comme phases successives de la dégradation de cette espèce, celle qu'on observe après la phase de chlamydosporisation des espèces qui présentent des fuseaux, c'est-à-dire la phase d'aleurisation et la phase des filaments stériles.

Il s'est produit pourtant ceci de particulier que, malgré les

nombreux ensemencements que nous avons pratiqués sur cette espèce, nous n'avons jamais pu obtenir une phase de dégradation correspondante à celle des filaments stériles.

En effet, il y a toujours dans le mycélium un grand nombre d'aleuries, qui représentent la phase d'aleurisation. Nous pourrions donc résumer l'évolution dégradante en milieu artificiel de cette espèce de la façon suivante.

Première phase de dégradation ou de chlamydosporisation. — Cette phase paraît correspondre à la culture-mère, dont nous avons décrit les caractères plus haut.

Deuxième phase de dégradation ou d'aleurisation. — Celle-ci se caractérise par la présence d'un grand nombre de petites chlamydospores ou aleuries; les grosses chlamydospores que l'on observe dans la culture-mère disparaissent presque totalement.

Les filaments larges qui se rencontrent dans la culture-mère diminuent également beaucoup, et la culture n'est constituée que par un grand nombre de filaments minces dont les dimensions varient de 2 à 3 μ.

Il est également à signaler que les aleuries produites par bourgeonnement des articles gros tendent à disparaître, et on n'observe plus que des aleuries produites par les filaments minces, par les procédés que nous avons décrits plus haut.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture jeune prend très rapidement l'aspect acuminé et constitue une couche solidement attachée avec la surface du milieu artificiel. Sa teinte est blanchâtre, mais, dans certains milieux et à la suite d'un certain nombre d'ensemencements, elle prend la couleur jaune-soufre. Elle ne s'est jamais présentée à nous avec l'aspect d'un grand duvet blanc pléomorphique, aspect qui caractérise la dernière phase de dégradation, c'est-à-dire celles des filaments stériles. Cette culture, dans son ensemble, présente une certaine relation avec la culture de l'*Epidermophyton inguinale*. En effet, la culture, comme celle de cette dernière espèce, est plutôt glabre, sans duvet pléomorphique, attachée solidement à la surface du milieu artificiel, et prend également dans le milieu solide avec

maltose la couleur jaune-soufre. Elle présente dans sa phase de chlamydosporisation et d'aleurisation des caractères très semblables à ceux de l'*Epidermophyton inguinale*.

Observations cytologiques.

Appareil végétatif. — a. *Observations vitales.* — Dans les filaments jeunes, le cytoplasme examiné vitalement présente un aspect très homogène et dense. A mesure que les filaments se développent, les plus minces d'entre eux montrent très rapidement de très grosses vacuoles; par contre, les plus gros conservent de petites vacuoles arrondies ou légèrement allongées.

Quand on traite la préparation par une solution diluée de rouge neutre, on constate que le colorant se fixe sur les vacuoles qui se teignent en rose pâle et provoque souvent la précipitation de fines granulations vivement colorées et animées de mouvements browniens. Au cours de l'observation, les granulations grossissent légèrement et se fusionnent pour en former de plus grosses.

Le cytoplasme montre quelques petites granulations très réfringentes, qui brunissent par l'acide osmique et correspondent à des éléments de nature graisseuse.

Les chondriosomes s'observent rarement par une observation vitale ; le vert-Janus, le violet de Dahlia nous ont rarement réussi pour la coloration vitale du chondriome.

Le réactif iodo-ioduré met en évidence des grains ou des îlots de glycogène plus ou moins gros et de forme irrégulière, qui siègent principalement dans le cytoplasme des filaments larges et surtout dans les parties qui évoluent par la suite en grosses chlamydospores (Pl. XXVIII, fig. 11 à 17); par contre, cette matière de réserve fait totalement défaut dans les filaments minces.

b. *Observations après fixation et coloration* (Pl. X, fig. 1 à 2). — Les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique permettent d'observer les noyaux. Ceux-ci se présentent sous forme de vésicules hyalines, au milieu desquelles on observe un très gros nucléole coloré

en noir foncé. La membrane nucléaire apparaît très difficilement. Les noyaux ont une forme ronde ou ovale ; quelquefois on observe des noyaux allongés, effilés, ou en haltères, avec un gros nucléole pour chaque extrémité. Ces derniers aspects correspondent à des stades de division ; quelquefois on observe deux noyaux qui sont presque accolés en grains de café ou ne sont séparés que par une petite distance. Ces formes s'observent souvent vers les points d'émission de conidies.

Les noyaux mesurent de 1 à 2 μ, et leur nombre varie de un à douze par cellule.

Dans les mêmes préparations, on peut observer le chondriome, qui se compose de chondriocontes et de rares grains ou bâtonnets.

L'hémalun ainsi que l'hématoxyline de DELAFIELD permettent de différencier, en même temps, les noyaux, colorés en bleu, et la métachromatine, qui se précipite dans les vacuoles sous forme de granulations fines, colorées en rouge vineux. Celles-ci sont isolées ou groupées en grappes ou en chaînes, au sein des vacuoles.

Appareil reproducteur. — Les grosses chlamydospores, observées vitalement dans les cultures âgées, présentent de grosses vacuoles séparées par des brides protoplasmiques. On observe, également disséminées, dans leur protoplasme, de fines granulations réfringentes qui brunissent par l'acide osmique et paraissent de nature graisseuse.

Le réactif iodo-ioduré teint ces grosses chlamydospores en brun-acajou ; il y a pourtant de ces grosses chlamydospores que l'iodo-iodure ne colore que d'une façon partielle ; le glycogène, dans ce cas, se présente sous l'aspect de granulations ou d'îlots disséminés dans le cytoplasme.

Les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique nous révèlent 2 à 5 noyaux, de même forme que ceux des filaments mycéliens. Pendant la germination, ces noyaux se gonflent, se divisent et émigrent dans le tube germinatif au nombre de 1 à 4.

Dans les mêmes préparations, on observe le chondriome : celui-ci avant la germination se présente sous la forme de grains

disséminés dans le cytoplasme. Par contre, dans les chlamydospores en voie de germination, le chondriome se montre constitué par de gros chondriocontes qui entourent le noyau ; ceux-ci, par la suite, émigrent dans le cytoplasme des tubes germinatifs.

Les aleuries présentent également un cytoplasme très vacuolisé, avec quelques granulations de nature graisseuse. Le glycogène fait totalement défaut. Dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique, on observe un seul noyau qui, pendant la germination, se divise une ou plusieurs fois et émigre dans le tube germinatif, dont le nombre varie de un à trois. Dans ces mêmes préparations, on peut observer quelques grains représentant le chondriome ; pendant la germination, on observe de gros chondriocontes.

Trichophyton acuminatum (Bodin, 1902) (Pl. VIII, fig. 1 à 16 ; Pl. XIX, fig. 1 à 4).

Nous avons isolé cette espèce des malades de la clinique dermatologique de Lyon.

Caractères de la culture-mère. — *Appareil végétatif.* — Le mycélium est constitué par quelques filaments larges et un grand nombre de filaments minces. A mesure que ce mycélium vieillit, le cytoplasme des filaments larges se concentre en certains points pour former de grosses chlamydospores. Cette concentration s'effectue soit dans les parties intercalaires des filaments, soit à leurs extrémités. Ces chlamydospores sont plutôt rares. Par contre, on observe un grand nombre de petites chlamydospores ou aleuries qui se forment dans les filaments minces de la même manière que dans le *Trichophyton crateriforme.*

Phases de dégradation. — La présence d'un petit nombre de grosses chlamydospores et d'un très grand nombre d'aleuries donne à ce Champignon l'aspect que présentaient les espèces à fuseaux dans la phase de dégradation

que nous avons désignée sous le nom de phase d'aleurisation. Les caractères de cette phase sont plus accentués ici que dans le *Trichophyton crateriforme*, que nous avons décrit précédemment, où l'on rencontre un plus grand nombre de grosses chlamydospores. L'espèce que nous étudions persiste très longtemps pendant la phase d'aleurisation et n'aboutit pas à la phase terminale, que nous avons désignée sous le nom de phase de filaments stériles.

Ainsi les caractères de la culture-mère sont analogues à ceux de la phase d'aleurisation des espèces précédentes ; mais ici, malgré les nombreux ensemencements pratiqués, le Champignon ne se dégrade que très difficilement. Néanmoins, il n'est pas moins vrai que cette espèce, pendant son évolution, perd ses grosses chlamydospores et un grand nombre de ses aleuries et, en somme, se pléomorphise en conservant, comme corps reproducteurs, quelques aleuries qui résultent des filaments les plus gros.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture évolue sous la forme d'une couche mince, attachée solidement au milieu artificiel, et sa surface prend une forme acuminée qui a valu à l'espèce son nom. Observée de très près, elle semble présenter sur sa surface un duvet excessivement court qui correspond au grand nombre des filaments minces ; à mesure que la culture vieillit, la surface ainsi légèrement duveteuse devient poudreuse, mais cette poudre est très légère et forme une couche excessivement mince ; elle correspond à l'aleurisation des filaments stériles, qui se vident en donnant des aleuries et se fragmentent, occasionnant ainsi la disparition du duvet court, qu'on observe quand la culture est très jeune. Certaines cultures de cette espèce ainsi que celles du *Trichophyton crateriforme* précédemment décrit ont pris une teinte jaune-soufre et présentent un aspect comparable à celui qu'on observe dans les cultures de l'*Epidermophyton inguinale*. Cette ressemblance des cultures géantes entre l'*Epidermophyton inguinale*, qui présente des fuseaux parfaits, et en très grand nombre, et les cultures du *Trichophyton acuminatum* et *crateriforme*, nous conduit à penser que ces deux

espèces pourraient représenter des formes dégradées d'une espèce très voisine de l'*Epidermophyton inguinale*. Cela pourtant n'est qu'une hypothèse, qui nous permet d'établir des rapprochements entre ces espèces très voisines. Le *Trichophyton crateriforme* présente, en effet, des caractères analogues à ceux de la phase de chlamydosporisation de l'*Épidermophyton inguinale*, et le *Trichophyton acuminatum* ressemble beaucoup à ce même Champignon dans sa phase d'aleurisation.

Observations cytologiques.

La cytologie de l'appareil végétatif ainsi que celle de l'appareil reproducteur sont similaires à celle du *Trichophyton crateriforme* précédemment décrite. Il serait donc inutile de revenir sur cette question.

Trichophyton asteroides (Sabouraud, 1909) (Pl. XVII).

Cette espèce fait partie d'un groupe que Sabouraud appelle *gypseum*, à cause de l'aspect macroscopique de la culture : celle-ci prend en effet une apparence plâtreuse. Nous expliquerons cet aspect plus loin, en même temps que nous exposerons les raisons pour lesquelles cette espèce ne doit pas se confondre avec d'autres espèces que les auteurs classent dans le même groupe. D'après Sabouraud, l'espèce que nous étudions fait partie des *Trichophyton* dits *microides*.

Caractères de la culture-mère. — *Appareil végétatif.* — L'observation d'une culture de quarante-huit heures montre un mycélium constitué par un grand nombre de filaments larges et quelques filaments minces ; ces derniers paraissent se former aux dépens des premiers, qui correspondent au mycélium des premiers jours. Les filaments larges sont constitués soit par les articles courts d'un calibre égal ou plus ou moins renflé vers leurs deux extrémités, soit par des articles un peu plus longs ; ils renferment toujours un cytoplasme très dense. Les filaments minces apparaissent en très petit nombre et

sont divisés en articles un peu plus longs et d'un calibre beaucoup plus égal que ceux des filaments larges. Le cytoplasme de ces derniers filaments est homogène, mais beaucoup moins dense que dans les filaments larges. Dans la suite, ces deux types de filaments changent légèrement de forme, en même temps que d'autres éléments apparaissent.

Ainsi, à mesure que les filaments larges se développent, un grand nombre d'entre eux se divisent en articles courts. Les articles courts de ces filaments sont séparés des autres par un rétrécissement, de sorte que, dans beaucoup de cas, ces filaments prennent l'aspect de chaînes. D'autres filaments larges sont constitués par des articles qui prennent l'aspect de raquettes ou d'haltères courtes. Ainsi on peut observer, après le sixième jour, un grand nombre de filaments larges constitués d'articles de forme très variable : articles en raquette, en haltère, en forme de grosses chlamydospores réunies en chaînettes, entremêlées à des filaments à articles plus longs et d'un calibre plus égal. Tous ces filaments sont remplis d'un cytoplasme dense.

Les filaments minces, qui naissent le plus souvent aux dépens des filaments larges, deviennent également plus nombreux. La présence de ces filaments minces se traduit, dans l'aspect macroscopique de la culture, par la présence d'un duvet blanc pléomorphique très léger, qu'on observe vers le centre de la culture, après le huitième jour de son développement. Ce duvet est au début plus apparent ; par la suite, il se réduit et devient moins visible dans les cultures-mères un peu plus âgées. La disparition de ce petit duvet blanc pléomorphique traduit une modification qu'on observe dans ces filaments minces, laquelle consiste en la formation de petites chlamydospores aux dépens de ces filaments, amenant la fragmentation et la désorganisation du mycélium, phénomène que nous étudierons plus loin.

En définitive, nous pouvons dire, pour résumer, que le mycélium est constitué par trois sortes de filaments : 1° des filaments divisés en articles courts et très larges, en formes de raquettes courtes ou en grosses chlamydospores formant des chaînes ; 2° des filaments divisés en articles

moins larges, mais plus longs que les premiers ; 3° des filaments divisés en articles minces et longs qui sont beaucoup moins nombreux que les deux autres types de filaments.

Pour simplifier la description, nous appellerons le premier type de ces filaments sous le nom de filaments en chaînes ; le second type de ces filaments constituera les filaments cylindriques et le troisième les filaments minces.

Au cours du développement, on observe un grand nombre d'anastomoses qui s'opèrent entre les filaments cylindriques. Ces anastomoses produisent des communications entre les différents articles, qui sont remplis de protoplasme dense et homogène.

En même temps que ces anastomoses, on observe un élément nouveau, qui acquiert ici une importance particulière et que les auteurs ont décrit sous le nom de vrilles ou spirales. La vrille ou spirale est constituée par un filament qui s'enroule sur lui-même une dizaine de fois environ et quelquefois même plus (Pl. XVIII, fig. 13 à 22).

Ce filament résulte soit d'un rameau latéral d'un autre filament, soit de l'extrémité d'un filament cylindrique ; il peut enfin se développer aux dépens d'une anastomose produite entre deux filaments cylindriques.

Quelle que soit leur origine, les filaments destinés à former ces vrilles apparaissent au début comme des filaments beaucoup plus larges et remplis d'un cytoplasme plus dense que les autres ; mais, à mesure que les spires de la vrille se produisent, ce filament s'amincit et vacuolise son protoplasme. Dans certains cas, un filament, après avoir produit un certain nombre de spires qui constituent une première vrille, continue à s'allonger en ligne droite ou légèrement courbe, jusqu'à une certaine distance, et reforme ; un peu plus loin, d'autres spires dont l'ensemble constitue une seconde vrille du même aspect que la première. Dans beaucoup de cas, les vrilles sont portées par un filament qui se ramifie en un certain nombre de filaments courts, dont l'extrémité recourbée en crosse se termine en pointe. Ces crosses ainsi que les vrilles ont été signalées par Eidam, Duclaux, Matruchot et Dassonville, dans les ornements des périthèces des Gymnoascées (*Ctenomyces serra-*

tus, *Eidamella spinosa*, etc.). Pour ces raisons, MATRUCHOT et DASSONVILLE admettent qu'ils représentent des vestiges de périthèces semblables à ceux des Gymnoascées et réduits à des ornements. Ceci les amène à rapprocher les Champignons des Teignes des Gymnoascées. Ces vrilles persistent pendant toute l'évolution de la culture sous le même aspect et se reproduisent dans les cultures obtenues par de nouveaux ensemencements d'une façon constante et en très grand nombre. La vrille est donc un élément qui persiste avec sa forme caractéristique initiale, pendant toute l'évolution de l'espèce, et se produit vers le troisième ou quatrième jour, quelquefois plus tard, et qui couvre dans certains cas tout le champ microscopique des préparations. Elle constitue donc un caractère important de diagnose de l'espèce; c'est la raison pour laquelle nous la prendrons en considération dans notre classification.

Appareil reproducteur. — Les corps reproducteurs apparaissent dès les premiers jours et sont de trois sortes : 1° quelques fuseaux très peu nombreux ; 2° de grosses chlamydospores également en petit nombre ; 3° des aleuries qui se produisent très abondamment.

Examinons chacun de ces corps reproducteurs qui se forment presque simultanément, dès les premières vingt-quatre heures.

a. *Fuseaux.* — Ceux-ci sont peu nombreux et résultent de la transformation soit de certains articles intercalaires, soit de rameaux latéraux, soit le plus souvent de l'extrémité des filaments. Ces articles sont remplis d'un cytoplasme très dense ; très petits au début, ils grossissent peu à peu, s'allongent pendant que leur cytoplasme se cloisonne pour se constituer en loges, dont le nombre varie de 3 à 5. Ce nombre de loges est quelquefois supérieur ou inférieur à ce chiffre (Pl. XVIII, fig. 1 à 5). Les loges présentent une forme globuleuse et les fuseaux, par leur aspect, se rapprochent de ceux du *Microsporon fulvum* et de quelques autres espèces présentant le même type de fuseaux que cette dernière espèce. Comme nous l'avons dit, ces fuseaux sont très rares, et on n'en trouve qu'un à deux, et rarement plus, dans le champ micros-

copique, et quelquefois même pas du tout. Parfois, les loges du fuseau se détachent et évoluent isolément ; ce dernier phénomène semble plus fréquent dans les cultures ensemencées en nouveau milieu, où les fuseaux semblent disparaître de plus en plus, et à mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements.

b. *Grosses chlamydospores.* — Celles-ci mesurent de 4 à 5 μ environ et sont également peu nombreuses, mais beaucoup plus nombreuses que les fuseaux. Ces chlamydospores se produisent comme il suit : elles apparaissent aux extrémités ou dans les parties intercalaires des filaments larges, et principalement sur les parties destinées à produire des fuseaux. En effet, il arrive souvent qu'elles se forment aux dépens des fuseaux n'ayant pas atteint leur développement (Pl. XVIII, fig. 11 et 12). Dans ce cas, c'est une chlamydospore en forme fuselée, ou ce sont deux chlamydospores attachées l'une à l'autre par leurs parois et de forme également fuselée, qui apparaissent. Ces aspects se produisent du fait qu'un fuseau en voie de formation ne se cloisonne pas en loges et se transforme en chlamydospore. D'autres fois, ce sont les loges d'un fuseau, au nombre de 2 à 3, qui se détachent et, en s'isolant, constituent les chlamydospores. On trouve donc tous les intermédiaires entre les fuseaux et les chlamydospores. Celles-ci apparaissent en effet très souvent comme résultant de la dégradation des fuseaux, décrite d'ailleurs à propos d'autres espèces. On observe pourtant un grand nombre de chlamydospores qui résultent des plus gros articles intercalaires, ou de gros filaments cylindriques, qui se divisent en plusieurs articles courts et deviennent des chlamydospores.

Des filaments minces également arrivent, dans certains cas, à produire de grosses chlamydospores (Pl. XVIII, fig. 11 et 12), contrairement à ce qu'on a observé dans les autres espèces. Dans ce cas, le cytoplasme des filaments minces émigre tout entier en un seul point de leur longueur et se constitue en grosses chlamydospores, qui, dans certains cas, sont énormes. Pendant que cette émigration du cytoplasme se produit, les filaments minces se vident complètement. Cette émigration du cytoplasme se fait le plus souvent en un

point latéral du filament mince, qui prend l'aspect d'une hernie, laquelle se transforme bientôt en une seule grosse chlamydospore. La production, par sorte de hernies, de ces grosses chlamydospores détermine parfois une courbure du filament mince qui leur a donné naissance. Ces grosses chlamydospores, malgré leur nombre assez important, passent inaperçues dans certaines préparations (surtout quand on n'emploie pas de très forts grossissements), du fait du nombre considérable de la troisième catégorie des corps reproducteurs, qui est représentée par les aleuries.

c. *Aleuries* (Pl. IX, fig. 11 à 31, ou Pl. XVII, fig. 45 à 46; Pl. XVIII, fig. 23 à 16). — Ces aleuries se produisent ici en très grand nombre et, de ce fait, impriment à la culture un aspect plâtreux, d'où le nom de *gypseum* donné aux espèces présentant cet aspect macroscopique. Ces aleuries se produisent de manières diverses. La plupart se forment sur la partie latérale des loges des fuseaux ou des chlamydospores et, beaucoup plus souvent, de chaque côté des filaments larges. Elles peuvent naître isolément et se détacher immédiatement après s'être formées, ou naître sur le même point, l'une à la suite de l'autre, formant des chaînes. On peut assister ainsi à la production d'une première aleurie plus grosse, de forme ovalaire, d'où naissent ensuite une ou plusieurs aleuries beaucoup plus petites. Dans d'autres cas, le cytoplasme d'une première aleurie émigre tout entier dans l'intérieur d'autres aleuries beaucoup plus petites dérivant de cette première. Parfois, les aleuries résultent de la segmentation d'un filament court, formé de deux à trois articles, sur les côtés de la loge d'un fuseau ou d'une grosse chlamydospore. Un autre aspect qu'on observe assez fréquemment est celui où les aleuries naissent simultanément tout autour d'un gros article ou d'une chlamydospore et prennent l'aspect d'une véritable couronne (Pl. XVII, fig. 45 à 46). Ces couronnes d'aleuries peuvent présenter l'aspect d'aleuries, telles que les auteurs les ont signalées. Ces aleuries, à mesure qu'elles se produisent, épuisent le cytoplasme des articles qui leur ont donné naissance. En effet, ces derniers articles, à mesure qu'ils produisent des aleuries, se vident peu à peu et dispa-

raissent par la suite complètement. Ces aleuries paraissent représenter le stade ultime de dégradation des fuseaux et des grosses chalmydospores sous l'influence du milieu.

Ces aleuries, mesurant de 2 à 3 μ, sont rondes ou légèrement ovales. Elles se produisent toujours par bourgeonnement comme de véritables levures et se détachent une fois constituées sans laisser aucune trace sur l'article qui leur a donné naissance. Une fois détachées et isolées, elles épaississent légèrement leur membrane.

En dehors de ces aleuries, il y en a quelques-unes qui ne se produisent que par bourgeonnement, mais prennent naissance aux dépens des filaments minces, ainsi que nous l'avons observé dans le duvet blanc pléomorphique des autres Champignons. Ces filaments minces présentent un cytoplasme moins dense que dans les filaments larges et plus ou moins vacuolisé. Dans ce cas, le cytoplasme émigre tout entier et se concentre en un certain nombre de points du filament où évoluent autant d'aleuries, qui présentent le même aspect que les précédentes, mais qui ont une forme moins régulière et une grosseur également plus variable. Ces aleuries se produisent soit par un bourgeonnement latéral, soit par enkystement dans l'intérieur des filaments minces. Ces aleuries sont beaucoup moins nombreuses, parce que ces filaments minces sont très pauvres en cytoplasme. En outre, ces aleuries, quand elles se détachent, emportent avec elles certains débris de la paroi du filament qui leur a donné naissance, et ce dernier filament se détruit presque en même temps que celles-ci se détachent.

Dans certains cas, on constate que le filament qui forme le premier tour de spire des vrilles peut donner lieu par bourgeonnement à une ou plusieurs aleuries. Ce dernier phénomène est plutôt rare, et la vrille conserve en général son aspect et sa forme initiale pendant toute l'évolution de la culture. Que les aleuries se produisent par bourgeonnement sur les loges des fuseaux, sur les grosses chlamydospores, sur les gros articles ou sur le premier tour de spire de la vrille, ou qu'elles se forment par concentration du cytoplasme des filaments minces, soit latéralement, soit à l'extrémité, soit dans l'intérieur même des filaments, le résultat est toujours

le même. Il résulte de ce qui précède une grande abondance d'aleuries, qui donnent l'aspect plâtreux des cultures.

La production de cés aleuries engendre des aspects très divers (Pl. XVII, fig. 45 à 46), que les auteurs ont décrit, sous des noms divers. Bodin les a rapprochés des hyphes du type *Acladium*, des hyphes du type *Botrytis* et enfin des hyphes du type *Endoconidium*. En observant des filaments très minces, obtenus à la suite d'un grand nombre d'ensemencements, dans les cultures très aérées et à température élevée, le même auteur décrit des formes *Oospora*. Sabouraud, de son côté, a décrit des hyphes sporifères simples ou complexes et des grappes sporifères qui correspondent aux aspects que prennent ces aleuries pendant leur production.

Les interprétations données à ces formes diverses n'ont pas été maintenues en général par les auteurs. Cependant certains auteurs persistent à distinguer dans les Champignons des Teignes des hyphes du type *Endoconidium* (Ota et Langeron). En réalité, il n'y a là rien de comparable au type *Endoconidium*. Dans le type *Endoconidium*, le cytoplasme de l'extrémité des filaments se divise par une série de cloisons en articles courts qui se contractent et s'entourent d'une paroi propre, formant, dans l'intérieur de la paroi du filament, une chaîne de conidies internes, qui sont mises en liberté par résorption de la paroi du sommet du filament. C'est ce qu'a observé récemment Loubière dans le *Sporendonema* et qui lui a servi à établir un nouveau groupe dans la classification des Mucédinées de Vuillemin, celui des Endoconidiées. Dans les Dermatophytes, au contraire, les aleuries résultent de la condensation du cytoplasme en certains points intercalaires ou terminaux ou dans certains bourgeons latéraux des filaments, qui, par suite, se vident complètement. Les aleuries ensuite sont mises en liberté par désorganisation de la paroi du filament vidé. Elles conservent parfois des traces de la membrane du filament vidé qui leur a donné naissance, mais elles n'ont pas de paroi propre, ce ne sont pas des endoconidies.

Matruchot et Dassonville ainsi que Guéguen ont décrit ces aleuries sous le nom de chlamydospores ; en effet, ces aleuries ne représentent que des petites chlamydospores.

Germination des corps reproducteurs. — Ceux des fuseaux qui persistent germent de la même façon que les fuseaux du *Microsporon fulvum*, espèce que nous avons décrite précédemment.

La germination des grosses chlamydospores, qui sont analogues aux arthrospores de l'*Achorion Schœnleinii*, sera décrite avec cette espèce dont nous donnerons la description un peu plus loin. Ces grosses chlamydospores ne sont ici d'ailleurs que très peu nombreuses.

Quant aux aleuries très abondantes, une fois placées dans un nouveau milieu, elles germent au bout de quarante-huit heures (Pl. IX, fig. 11 à 31) ; quelques-unes pourtant dégénèrent, tandis que d'autres s'anastomosent avant de germer : c'est ainsi qu'on constate parfois l'anastomose de deux aleuries ou même de trois. Pendant la germination, l'aleurie se gonfle et émet un à trois tubes germinatifs, et quelquefois même plus. Ces tubes germinatifs reproduisent le mycélium, mais, à mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements, la culture se dégrade.

Phase de dégradation. — Cette dégradation se produit très lentement, et il faut pratiquer un grand nombre de nouveaux ensemencements pour arriver à produire des cultures macroscopiques couvertes d'un duvet blanc pléomorphique. Pendant cette dégradation, les filaments constitués par des articles courts et larges, que nous avons désignés sous le nom de filaments en chaînes, ainsi que les filaments cylindriques, également larges et remplis d'un protoplasme dense, se raréfient à mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements. Par contre, les filaments minces constitués par des cellules longues, avec un cytoplasme plus ou moins vacuolisé, deviennent beaucoup plus abondants. Ce sont ces filaments minces qui produisent le duvet blanc pléomorphique. Cette évolution, traduite par une diminution des filaments larges et une augmentation des filaments minces, n'arrive jamais, malgré sa marche progressive et malgré un grand nombre de nouveaux ensemencements, à la dégradation complète des filaments larges : en effet, ces der-

niers peuvent diminuer beaucoup à mesure que les cultures se dégradent, mais ne disparaissent jamais complètement. Pendant cette dégradation, les fuseaux disparaissent rapidement ainsi que les chlamydospores. Par contre, les aleuries persistent encore très nombreuses et ne disparaissent presque jamais. Ces aleuries, pendant cette dégradation, résultent beaucoup plus des filaments minces que des filaments larges, ces derniers devenant moins nombreux que les premiers.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture-mère se développe très rapidement et, au bout de six à dix jours, couvre presque totalement la surface du milieu artificiel. La grande production d'aleuries donne à cette culture rapidement un aspect farineux ou plâtreux.

A mesure que la culture se pléomorphise, il se produit un duvet blanc pléomorphique, lequel au début peut apparaître sous la forme d'une petite touffe dans le centre de la culture-mère ; ce n'est pourtant que quand la culture s'est dégradée que le duvet blanc pléomorphique devient très abondant et arrive à couvrir totalement la surface du milieu artificiel. Malgré l'abondance, d'ailleurs, de ce duvet blanc pléomorphique, on observe presque toujours, en surélevant avec l'aiguille de platine la couche du duvet blanc pléomorphique, une autre couche très mince d'un aspect poudreux et farineux, qui s'interpose entre le milieu nutritif et la couche du duvet blanc pléomorphique. Cette couche poudreuse diminue d'épaisseur à mesure que la culture se dégrade et résulte de la présence des corps reproducteurs, notamment des aleuries qui persistent toujours ici en très grand nombre.

Observations cytologiques.

Observations vitales. — Les filaments jeunes observés sur le vivant montrent un cytoplasme très dense, parsemé de très petites vacuoles, de forme ovalaire. On observe très souvent, dans l'intérieur de ces vacuoles, un certain nombre de granulations très réfringentes et animées de mouvements browniens. Les colorants vitaux (rouge neutre, bleu de Nil,

bleu de crésyl) colorent ces granulations et en font apparaître d'autres dans l'intérieur des vacuoles, par précipitation d'un contenu à l'état de solution colloïdale. Ces vacuoles, à mesure que le mycélium devient plus âgé, paraissent grossir peu à peu et se fusionnent ; malgré pourtant ces fusions, elles conservent une forme arrondie et des dimensions plutôt petites, mais elles se présentent toujours en assez grand nombre. Il n'y a que dans les filaments minces où on les observe quelquefois beaucoup plus grosses ; en ce cas, leur contenu se colore le plus souvent d'une façon diffuse.

Dans le cytoplasme des filaments larges, ainsi que dans celui des filaments minces, on observe un certain nombre de granulations très fines et très réfringentes, qui correspondent à des corps graisseux.

Le glycogène s'observe assez souvent sous forme d'îlots au niveau des filaments larges et particulièrement dans ceux des filaments constitués par des articles courts et gros, à cytoplasme très dense. Les filaments minces ainsi que les vrilles sont totalement privés de glycogène. Il est rare que le premier tour des spires d'une vrille, rempli d'un cytoplasme dense, nous révèle quelques granulations glycogéniques.

Observations après fixation et coloration.

Les filaments jeunes fixés au formol et colorés à l'hémétoxyline ferrique nous permettent d'observer 3 à 10 noyaux par article. Ce nombre est dépassé dans les articles terminaux des filaments en voie de croissance. Par contre, on observe des cellules âgées qui ne contiennent qu'un à deux noyaux. Ces noyaux se présentent sous la forme de vésicules constituées par nucléohyaloplasme renfermant au milieu un gros nucléole teint en noir foncé ; la membrane est quelquefois visible ; par contre, la chromatine l'est rarement.

Dans ces mêmes préparations et notamment dans les cellules jeunes en voie de croissance, on observe un grand nombre de chondriocontes flexueux ; dans les cellules âgées, le

chondriome se présente sous l'aspect de quelques grains et d'un grand nombre de bâtonnets.

Fuseaux. — Les fuseaux jeunes présentent un cytoplasme très dense rempli de petites vacuoles de forme ronde ou ovalaire ; ces vacuoles grossissent rapidement et se fusionnent entre elles ; dans leur intérieur, on observe, au moyen des colorants vitaux, un grand nombre de corpuscules métachromatiques. Le glycogène apparaît sous forme de plages dans le cytoplasme des fuseaux jeunes, lesquels grossissent peu et remplissent totalement les loges des fuseaux une fois constitués. Pendant la germination, ce glycogène disparaît totalement. Les graisses se présentent sous le même aspect que dans les cellules de l'appareil végétatif.

Dans les préparations fixées au formol ou au picroformol et colorées à l'hématoxyline de Delafield, on observe des noyaux de même aspect que dans le mycélium. Dans les fuseaux jeunes, on trouve 5 à 15 noyaux ; ceux-ci se répartissent entre les diverses loges, au nombre de 2 à 5, pour chacune d'elles. Pendant la germination, chaque loge grossit, et ses noyaux, après s'être divisés un certain nombre de fois, émigrent dans l'intérieur des tubes germinatifs.

Dans les mêmes préparations, on observe, dans les fuseaux en voie de formation, des chondriocontes flexueux. Dans les loges des fuseaux constitués, le chondriome est représenté surtout par des grains. Lors de la germination, ceux-ci prennent l'aspect de longs et gros bâtonnets et forment un cercle autour du noyau en voie de division : ils émigrent par la suite avec lui dans l'intérieur des tubes germinatifs.

Chlamydospores. — Une chlamydospore, une fois constituée, présente un cytoplasme vacuolisé, rempli de glycogène. On y trouve 2 à 5 noyaux, qui se divisent pendant la germination. Le chondriome a le même aspect que dans les loges des fuseaux.

Aleuries. — Les aleuries jeunes, observées vitalement, présentent un cytoplasme homogène, mais très peu dense. Nous avons montré qu'elles apparaissent sous forme de petits bourgeons qui grossissent peu à peu et qui se détachent, une fois qu'ils ont reçu une quantité de cytoplasme suffisante et

ont atteint leur développement complet. Quand ce bourgeon initial est très jeune, il présente un cytoplasme plus ou moins dense, dans l'intérieur duquel on observe une à trois petites vacuoles. Quelquefois ces vacuoles n'apparaissent pas au début et semblent se former dans le cytoplasme même de ces bourgeons. En colorant ces bourgeons au moyen d'une solution rouge neutre ou de bleu de crésyl ou d'autres colorants vitaux, on observe la production dans l'intérieur de ces petites vacuoles d'une ou parfois plusieurs granulations très fines vivement colorées et animées de mouvements browniens (Pl. XXV, fig. 17).

On observe également, mais beaucoup plus rarement, dans l'intérieur de ces aleuries une fois constituées, quelques granulations graisseuses très fines, mais, dans beaucoup de cas, celles-ci font totalement défaut. Les aleuries sont privées totalement de glycogène. On en observe très rarement dans certaines aleuries très grosses produites par des filaments larges, mais, même dans ce cas, le glycogène n'apparaît que sous la forme de très fines granulations placées autour des vacuoles. On peut donc dire que, généralement, le glycogène fait totalement défaut dans ces aleuries.

Dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique, on observe un noyau de forme ronde ou ovalaire, constitué d'un nucléoplasme incolore et d'un gros nucléole teint en noir foncé. Pendant la germination, ce noyau grossit, s'étire et se divise en deux autres noyaux, lesquels, à leur tour, subissent des divisions successives, soit dans l'intérieur même de l'aleurie, soit plus fréquemment dans l'intérieur du tube germinatif où ils ont émigré.

Dans le cas où deux ou trois aleuries se sont anastomosées avant leur germination, on observe naturellement autant de noyaux qu'il y a d'aleuries fusionnées, et il n'y a pas de fusion nucléaire. Dans les mêmes préparations et dans les aleuries jeunes, on peut observer quelques grains représentant le chondriome. Pendant la germination, on constate la présence de quelques bâtonnets qui entourent le noyau et pénètrent, par la suite, avec lui dans le tube germinatif.

Trichophyton radiolatum (Sabouraud, 1910) (Pl. XVIII).

Nous devons la culture de cette espèce à l'obligeance du Dr Legrou, chef de service à l'Institut Pasteur de Paris.

Caractères de la culture-mère. — L'examen du mycélium jeune nous a permis de constater des filaments larges en très grand nombre et quelques rares filaments minces. Les articles dont se composent ces filaments sont tout à fait analogues à ceux que nous avons décrits dans l'espèce précédente. En outre, le mycélium évolue de la même façon que le mycélium de l'espèce précédemment décrite. On observe également un grand nombre de vrilles. Les spires sont en moyenne au nombre de 10. Elles sont serrées les unes contre les autres, formant de véritables tire-bouchons. Comme dans l'espèce précédente, ces spires persistent avec leur forme initiale pendant toute l'évolution du Champignon, même après un grand nombre d'ensemencements, dans de nouveaux milieux.

Les corps reproducteurs se présentent ici également, constitués par un grand nombre d'aleuries (Pl. XVIII, fig. 6 à 10; Pl. XIX, fig. 5 à 9), qui, dans les cultures âgées de dix jours, couvrent complètement le champ microscopique d'une préparation. Ces aleuries sont également rondes et mesurent 2 à 4 μ, le plus souvent 3 μ.

On observe également un petit nombre de fuseaux avec une moyenne de 4 à 5 loges, et quelquefois moins, ainsi qu'un certain nombre de grosses chlamydospores, qui mesurent de 4 à 6 μ. La formation ainsi que l'évolution de ces corps reproducteurs s'effectuent de la même façon que celle que nous avons décrite, à propos des mêmes corps reproducteurs, que présente l'espèce précédemment décrite.

Phases de dégradation. — Contrairement à ce qu'on observe pour le *Trichophyton asteroides*, l'espèce que nous décrivons ici, malgré le grand nombre d'ensemencements pratiqués, ne nous a jamais donné un duvet blanc pléomorphique macroscopiquement visible. En effet, cette espèce

conserve les caractères de la culture-mère pendant très longtemps. Elle ne semble se modifier que très peu, par une légère augmentation des filaments minces.

Aspect macroscopique de la culture. — Nous avons dit plus haut que les filaments minces apparaissaient en très petit nombre et que, par contre, il y a une très grande production d'aleuries. De ceci est facile à concevoir que la culture ne présente presque pas de duvet blanc pléomorphique et que son aspect reste toujours poudreux, blanc, d'une consistance farineuse et d'une apparence plâtreuse.

Sabouraud a observé, dans certaines cultures, une teinte rose ; il a obtenu cette couleur dans le milieu de gélose maltosée ; il semble que la présence du maltose détermine cette teinte. Nous avons observé quelque chose d'analogue dans les cultures du *Microsporon fulvum.*

Nous avons remarqué également que la culture, dans le milieu de gélose de Gorodkowa, prend un aspect acuminé très accentué et beaucoup plus net même que celui que présente celle du *Trichophyton acuminatum.* Il nous semble, en effet, qu'avec les Champignons des Teignes, qui se dégradent assez rapidement, et dont l'aspect macroscopique des cultures se modifie suivant les milieux, le nombre d'ensemencements ou d'autres conditions, on ne doit jamais considérer comme un caractère spécifique que ceux des cultures originelles. On doit donc ne tenir compte que de l'aspect que prennent ces espèces, au début de leur ensemencement et dans un milieu constant. Nous sommes d'avis qu'il faut se méfier de la tendance qu'ont certains médecins à accorder une grande confiance aux aspects macroscopiques très variables que prennent ces espèces pendant leur évolution. Il ne faut certainement pas déduire de cela que la culture macroscopique ne présente aucune valeur, mais elle doit être envisagée surtout dans la culture-mère et parallèlement avec l'examen du mycélium.

Observations cytologiques.

Les filaments jeunes présentent un protoplasme très dense et un très grand nombre de petites vacuoles, qui appa-

raissent pendant très longtemps sous une forme arrondie ou légèrement ovalaire. Ces vacuoles grossissent très peu, et les colorants vitaux révèlent dans leur intérieur de très fines granulations métachromatiques animées de mouvements browniens. Le système vacuolaire des corps reproducteurs évolue de la même façon que celui que nous avons décrit dans l'espèce précédente. Le glycogène ainsi que les graisses se présentent également sous le même aspect que dans l'espèce précédemment décrite. Le noyau également ainsi que le chondriome offrent les mêmes caractères que dans le *Trichophyton asteroides*. En effet, en dehors du petit nombre de filaments minces que présente cette espèce par rapport au grand nombre que présente le *Trichophyton asteroides* et dont résultent les aspects différents de la culture géante, il semble qu'il n'y a aucune différence à relever entre ces deux espèces.

Achorion Schœnieinii (Lebert, 1845) (Pl. XII et XIII).

Pour l'étude de cette espèce, nous avions à notre disposition plusieurs cultures que des laboratoires différents ont bien voulu nous donner, ou que nous-mêmes nous avons obtenues de malades du service de Dermatologie de l'hôpital de l'Antiquaille (Lyon).

Toutes ces cultures présentaient un mycélium dont le développement correspondait au type que Sabouraud considère pour cette espèce comme variété à développement lent; d'ailleurs, la variété à développement rapide du mycélium ne fut observée que par Sabouraud; tous les autres auteurs ne décrivent que la variété que nous-mêmes avons observée.

Caractères de la culture-mère. — *Appareil végétatif.* — Le mycélium très jeune est constitué par des articles d'une forme ovalaire ou polyédrique; ces articles mesurent 4 à 5 μ environ et se présentent attachés les uns à la suite des autres, comme les phalanges des doigts ou comme un chapelet; ils sont remplis d'un protoplasme très épais et, dans leur en-

semble, ces filaments en chapelet sont plutôt courts, avec des arborescences d'une constitution similaire également courtes.

Appareil reproducteur. — Si on laisse vieillir ce mycélium, on constate que ses cellules globuleuses, qui sont assimilables à des arthrospores, se désarticulent et, une fois séparées, épaississent leur membrane et constituent les corps reproducteurs de l'espèce (Pl. XIV, V, fig. 1) ; ceux-ci, placés dans un nouveau milieu, reproduisent le mycélium initialement décrit.

La germination de ces arthrospores, qui en somme correspondent à de grosses chlamydospores, s'effectue de la façon suivante. L'arthrospore grossit par gonflement et atteint deux fois son volume initial ; par la suite, elle produit de 1 à 5 tubes germinatifs, qui se forment surtout vers les angles de l'arthrospore de forme polyédrique. Dans beaucoup de cas, deux ou plusieurs arthrospores, avant l'émission de tubes germinatifs, s'anastomosent entre elles ; les cloisons qui les séparent disparaissent, et ainsi se forme une grosse arthrospore, qui germe par le même procédé, en émettant un plus grand nombre de tubes germinatifs. Chacun des tubes germinatifs forme un ou deux renflements sur sa longueur avec autant de cloisons qui séparent les parties élargies pour former autant de cellules, de forme plus ou moins arrondie ou ovalaire. La partie du tube germinatif terminale s'allonge, puis s'élargit vers sa base et, par d'autres cloisonnements semblables aux précédents, délimite d'autres cellules globuleuses situées au-dessus des premières, et le phénomène se continue de la même manière, donnant lieu à des cellules globuleuses disposées en chaînes. Les arthrospores se forment donc de la base à l'extérieur ; elles sont basifuges (Pl. XIII, fig. 2 à 6). Les cellules globuleuses ainsi formées peuvent, dans certains cas, continuer à se cloisonner. Ces cellules peuvent se ramifier également et donner lieu à des rameaux latéraux, qui se segmentent en cellules globuleuses disposées en chaînes. Les arthrospores ainsi formées se séparent quand la culture a vieilli d'un mois environ. Parmi ces rameaux latéraux, il y en a dont les cellules présentent des formes allongées et cylindriques et d'une épaisseur plutôt égale. La production en nombre plus ou moins grand de ces cellules plus minces et allongées

est un indice de dégradation dû à l'influence du milieu.

Phases de dégradation. — A côté du mycélium tel que nous l'avons décrit plus haut, constitué par des arthrospores articulées les unes avec les autres, formant des chaînes, on observe quelques filaments qui sont constitués par des articles plus allongés et dont la grosseur ne varie pas beaucoup, mais qui sont généralement larges. Ce sont ces filaments qui constituent les débuts de l'apparition du pléomorphisme dû à l'influence du milieu. A mesure qu'on pratique un plus grand nombre d'ensemencements, et au bout de plusieurs mois, et quelquefois même plus de deux ans, on peut obtenir un mycélium d'un pléomorphisme très avancé. Pendant cette évolution dégradante de l'espèce, on peut observer dans l'évolution du mycélium trois phases de dégradation, que nous désignerons de la façon suivante :

1° *Première phase de dégradation ou phase des filaments phalangiformes ;*

2° *Deuxième phase de dégradation ou phase des filaments larges et cylindriques ;*

3° *Troisième phase de dégradation ou phase des filaments minces.*

Pendant cette phase de dégradation, le protoplasme s'appauvrit peu à peu, mais, même dans les filaments minces, il présente un aspect homogène et plus ou moins dense, contrairement à ce qu'on constate dans les filaments minces des autres Dermatophytes, qui présentent un protoplasme très vacuolisé.

Première phase de dégradation ou des filaments larges et phalangiformes. — Les articles, au lieu d'être globuleux comme dans la culture-mère, prennent un aspect allongé et, au bout d'un temps plus ou moins rapide, selon les filaments, apparaissent avec des articles plus longs, légèrement renflés vers leurs deux extrémités et d'un aspect absolument comparable aux phalanges des doigts. Ces articles en forme de phalanges sont larges et longs et contiennent un cytoplasme très épais. Les points d'articulation de ces cellules phalangiformes sont arrondis et généralement, de chaque côté de ces points d'articulation, se forment d'autres filaments à cellules éga-

lement phalangiformes ou cylindriques, mais plus minces. Ces arborescences sont très nombreuses, et les cellules qui les constituent présentent un cytoplasme dense et homogène. A mesure que ces filaments vieillissent, beaucoup de cellules phalangiformes se détachent ; leur cytoplasme se rétracte dans leur intérieur et se constitue en chlamydospores ; dans d'autres cas, les cellules phalangiformes, quand elles sont larges et présentent un cytoplasme très abondant, se divisent par une cloison médiane en deux autres articles, d'un aspect globuleux, qui, par la suite, s'isolent en se désarticulant et constituent de véritables chlamydospores. Ces articles, ainsi isolés et d'un aspect globuleux et plus ou moins allongés, restent dans cet état et dégénèrent. Si on les place dans un nouveau milieu, tantôt ils germent comme les arthrospores du milieu par les mêmes procédés que nous avons décrits plus haut, tantôt ils dégénèrent.

En même temps que ces filaments à cellules phalangiformes, on en observe d'autres qui conservent la forme des cellules de la culture-mère. On peut en effet observer des filaments qui sont constitués par des articles moins allongés et, entre ces articles, des arthrospores globuleuses, telles qu'elles ont été décrites dans la culture-mère.

Deuxième phase de dégradation ou des filaments larges et cylindriques. — Pendant cette phase, les filaments apparaissent constitués par des articles beaucoup plus longs, d'un calibre égal, et remplis d'un cytoplasme dense et homogène. Ces articles, plus ou moins allongés, sont mélangés très souvent avec des articles phalangiformes, ou avec de véritables arthrospores globuleuses ; ces dernières, dans beaucoup de cas, sont plus petites que celles observées dans la culture-mère.

Pendant cette phase de dégradation, le mycélium peut prendre des formes tout à fait diverses, que les auteurs ont décrites sous le nom de clous faviques, chandeliers faviques, etc. Ces aspects résultent de filaments allongés, dont l'extrémité porte une arthrospore plus ou moins développée.

A mesure que les cultures parviennent à cette phase de dégradation, il arrive que les articles allongés se fragmentent en plusieurs autres articles qui, par la suite, se résorbent, tandis

que les cellules globuleuses plus grosses, placées dans un nouveau milieu, germent et, après un certain nombre de passages dans de nouveaux milieux, reproduisent des filaments plus minces qui constituent la troisième phase de dégradation.

Troisième phase de dégradation ou des filaments minces. — Le mycélium est constitué, pendant cette phase, d'un petit nombre d'arthrospores globuleuses, d'un certain nombre de filaments phalangiformes et d'un grand nombre de filaments cylindriques larges et de filaments minces. Ces derniers filaments minces augmentent à mesure que la dégradation de l'espèce avance. Ils sont constitués par des cellules très longues et qui contiennent un protoplasme homogène ; ces cellules, très allongées et minces, se divisent très souvent en un grand nombre de cellules très petites, qui par la suite se détachent et constituent des éléments indépendants. Dans d'autres cas, le cytoplasme des filaments minces présente des phénomènes d'émigration et se concentre dans un seul ou plusieurs points de la longueur du filament et produit des petites chlamydospores tout à fait analogues à celles que nous avons décrites à propos des autres espèces sous le nom d'aleuries. Ces petites chlamydospores ou aleuries sont très peu nombreuses et de dimensions très variables ; leur forme est plutôt arrondie ou ovalaire. Placées dans un nouveau milieu, elles germent très souvent et reproduisent des filaments également minces, constitués par des cellules allongées, plus pauvres en cytoplasme que celles des filaments de la culture précédente.

Cette évolution des filaments est constante, mais très lente, et, malgré la dégradation très avancée que nous avons obtenue, en laissant les cultures vieillir avant de les réensemencer, nous n'avons jamais obtenu un mycélium stérile tel qu'il a été décrit dans les autres Dermatophytes. En effet, en dehors de ces aleuries, on observe pendant cette dernière phase de dégradation un certain nombre d'arthrospores, dont la grosseur est très variable, mais qui évoluent comme les arthrospores de la culture-mère.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture-mère est d'une teinte jaunâtre, glabre, vermoulue, d'un développe-

ment très lent : sa grosseur peut atteindre la largeur d'une pièce de 2 francs ; elle évolue plus en hauteur qu'en largeur et constitue généralement une masse globuleuse, d'un aspect café au lait. Cette même culture-mère se reproduit sous le même aspect pendant très longtemps. Ce n'est que très longtemps après que nous avons vu se produire sur la surface de cette culture quelques taches blanches, qui grandissaient peu à peu et qui finissaient par couvrir toute la surface de la culture, après un certain nombre d'ensemencements. Finalement, nous avons pu obtenir des cultures tout à fait blanches, mais d'un aspect plutôt glabre et d'un duvet très court. Le développement de cette culture pléomorphique était très rapide et, au bout de dix jours, couvrait toute la surface du milieu nutritif. A mesure qu'on pratiquait de nouveaux ensemencements, la culture se développait beaucoup plus rapidement, et ce n'est que pendant ce pléomorphisme très accentué que nous avons pu distinguer nettement les modifications des arthrospores que nous venons de décrire. Ce pléomorphisme aboutit ici à une réduction de l'appareil reproducteur et à un développement très abondant du mycélium stérile. Ce pléomorphisme n'a pas été constaté jusqu'ici d'une manière aussi nette. Le développement de la culture à une température élevée (35°) facilite le pléomorphisme.

Observations cytologiques.

Les arthrospores montrent, au début de leur formation, un cytoplasme très dense rempli de petites vacuoles. Si on les traite par les colorants vitaux, on observe dans l'intérieur de ces vacuoles un certain nombre de petits corpuscules métachromatiques animés de mouvements browniens. Dans certains cas, ces corpuscules métachromatiques sont des granulations très fines et très nombreuses. Dans les arthrospores plus âgées, ces vacuoles se fusionnent et apparaissent sous forme de quelques grosses vacuoles, tandis que le cytoplasme est réduit en de simples brides qui séparent ces mêmes grosses vacuoles.

On observe également, dans le cytoplasme des arthrospores, un grand nombre de granulations très réfringentes, de nature graisseuse. Dans certains cas, on constate, dans les arthrospores, de gros corpuscules graisseux qui paraissent provenir d'une dégénérescence graisseuse.

Le glycogène se présente dans les arthrospores jeunes sous l'aspect de plages disséminées dans le cytoplasme : celles-ci grossissent très rapidement et envahissent complètement le cytoplasme (Pl. XXVIII, fig. 3 et 4). Les arthrospores une fois détachées prennent une teinte brun-acajou très foncé sous l'influence du réactif iodo-ioduré. Le glycogène est donc très abondant.

Dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique, les arthrospores présentent 2 à 10 noyaux environ (Pl. XII, fig. 1) ; ceux-ci ont la forme de grosses vésicules constituées par un nucléohyaloplasme et un gros nucléole teint en noir foncé. Au début de la germination des arthrospores, les noyaux grossissent et se divisent. Dans certaines arthrospores, qui résultent de la fusion de deux ou trois arthrospores, on peut observer jusqu'à 15 ou 20 noyaux. Ces noyaux émigrent par la suite dans les tubes germinatifs (Pl. XII, fig. 2 à 21). Dans ces mêmes préparations, on peut observer dans les arthrospores jeunes de longs chondriocontes flexueux ; dans les arthrospores plus âgées, on trouve surtout des grains et des bâtonnets ; pendant la germination, ces éléments s'allongent en longs chondriocontes, qui se localisent autour des noyaux et, par la suite, émigrent avec eux dans les tubes germinatifs.

Cytologie des éléments pléomorphiques. — Les cellules des cultures dégradées présentent un cytoplasme toujours homogène, mais moins dense ; cette densité cytoplasmique diminue à mesure que les cellules se dégradent. Les vacuoles apparaissent au début très petites, mais grossissent rapidement, se fusionnent et constituent de très grosses vacuoles, beaucoup moins abondantes que dans les éléments pléomorphiques des autres Dermatophytes. Si on traite le système vacuolaire par des colorants vitaux (rouge neutre, bleu de Nil, etc.), les vacuoles peuvent se colorer d'une

façon diffuse ou montrer dans leur intérieur un certain nombre de granulations vivement colorées, résultant de la précipitation du contenu de la vacuole.

Les graisses se présentent sous le même aspect que dans les arthrospores : ce sont de fines granulations très abondantes. Le glycogène diminue à mesure que les filaments se dégradent, et, dans les filaments cylindriques et les filaments minces, ainsi que dans les aleuries, on ne trouve presque pas de glycogène. Par contre, on en trouve dans les filaments phalangiformes, mais moins abondamment que dans les arthrospores globuleuses, qui sont les éléments cellulaires de la culture-mère. Néamoins, malgré le pléomorphisme, qui est ici très lent, le glycogène persiste très longtemps dans cette espèce. Les noyaux sont également très nombreux dans chaque cellule et présentent le même aspect que les noyaux des arthrospores. Les aleuries offrent d'habitude un seul noyau, sont privées de glycogène et évoluent de la même façon que celles que nous avons décrites à propos des autres Dermatophytes.

Trychophyton violaceum (Bodin, 1902).

Nous avons eu à notre disposition plusieurs cultures de cette espèce qu'ont bien voulu nous remettre le Dr Massia, le Dr Ota, le service du Dr Legrou (Institut Pasteur) et celui du Dr Sabouraud (hôpital Saint-Louis, Paris).

Nous avons entrepris l'étude de cette espèce seulement à la fin de nos recherches ; nous n'avons pas pu observer son pléomorphisme. Cependant nous avons suppléé à cette lacune par la comparaison des différentes cultures que nous avions à notre disposition et dont chacune dérivait des cultures originelles ensemencées un nombre de fois très variable.

La plus caractéristique est celle que nous avait remise le Dr Massia ; elle répondait aux descriptions données par les auteurs de la culture originelle. Aussi nous la considérons donc comme une culture-mère, et c'est par elle que nous commencerons ; les autres nous semblent représenter des

cultures dégradées par un grand nombre d'ensemencements successifs.

Caractères de la culture-mère. — *Appareil végétatif.* — Le mycélium est constitué par des filaments en chaînes formées par des cellules très courtes, globuleuses, assez semblables à des arthrospores et dont la grosseur varie de 3 à 5 μ. L'aspect du mycélium et le mode de formation des arthrospores paraissent tout à fait semblables à ce qu'on observe dans l'*Achorion Schœnleinii*. En outre, on observe un certain nombre de filaments larges, divisés en articles plus longs et d'un calibre plus ou moins égal. On ne trouve presque pas de filaments minces. A mesure que cette culture vieillit, les articles se détachent, surtout les cellules globuleuses disposées en chaînes. Une fois isolées, celles-ci épaississent leur membrane et, placées dans un nouveau milieu, germent en reproduisant l'appareil végétatif.

Dégradation du mycélium. — Il semble qu'à mesure qu'on pratique un grand nombre d'ensemencements les filaments à arthrospores deviennent de plus en plus rares ; par contre, les filaments constitués par les articles longs et larges, et d'un calibre égal, finissent par prédominer ; c'est du moins ce qui semble se produire, d'après l'examen que nous avons fait des différentes cultures que nous avions à notre disposition et dont quelques-unes paraissaient pléomorphiques. Le pléomorphisme paraît suivre la même évolution que dans l'espèce précédente.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture évolue très lentement et se présente sous un aspect glabre, teint en violet, qui est au début très foncé, presque noirâtre. La culture, qui ne dépasse guère 1 centimètre, évolue plutôt en hauteur ; son sommet se termine en pointe. Très souvent elle se présente comme une masse nodulaire de la grosseur d'une noisette. A mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements, la culture perd par endroits complètement sa teinte violette et prend une couleur café au lait ; dans

d'autres points de cette culture, on aperçoit une teinte violet clair qui tourne vers le mauve ; par la suite, la culture perd complètement sa teinte violette et se présente sous l'aspect glabre, d'une forme nodulaire, et d'une teinte café au lait clair ; c'est une indication de plus que l'espèce se dégrade en milieu artificiel.

Observations cytologiques.

Les filaments jeunes présentent un cytoplasme très épais, rempli de petites vacuoles qui grossissent peu à peu, de sorte que, dans les articles plus ou moins âgés, on observe un grand nombre de grosses vacuoles séparées par de simples brides protoplasmiques. Les colorants vitaux, notamment rouge neutre, déterminent la formation, dans l'intérieur de ces vacuoles, d'un grand nombre de corpuscules métachromatiques vivement colorés en rouge et animés de mouvements browniens. On observe, dans le cytoplasme, un grand nombre de granulations très réfringentes qui brunissent par l'acide osmique et représentent des graisses. Le glycogène est très abondant au niveau des arthrospores ; par contre, devient de plus en plus rare au niveau des filaments larges et disparaît dans les filaments un peu plus dégradés.

Dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique, on observe un certain nombre de noyaux, de deux à cinq environ par article. Ces noyaux ont le même aspect que ceux de l'espèce précédente. Ces noyaux se multiplient pendant la germination des arthrospores, qui germent soit isolément, soit après fusionnement de deux ou trois d'entre elles. Pendant la germination, les arthrospores grossissent beaucoup et émettent un certain nombre de tubes germinatifs, qui se développent très lentement. Dans les mêmes préparations, on observe le chondriome sous l'aspect de chondriocontes flexueux, qui, pendant la germination, s'agglomèrent autour des noyaux et, dans la suite, émigrent avec celui-ci dans le tube germinatif.

Trichophyton album (SABOURAUD, 1909).

Cette espèce fait partie des *Trichophyton* décrits par BODIN sous le nom de faviformes. La culture que nous avions nous a été remise par le service du Dr LEGROU, à la fin de nos recherches. Le mycélium de cette culture était constitué par des filaments à articles longs plutôt minces et d'un calibre égal. En nous rapportant au texte que les auteurs ont donné pour la culture originelle, il semble que le mycélium se trouvait constitué par des filaments à arthrospores globuleuses. Cet aspect n'existe plus dans nos cultures. Il paraît donc que la culture telle qu'elle nous a été remise avait subi plusieurs ensemencements et était déjà pléomorphique. En effet, l'aspect du mycélium était tout à fait similaire à celui d'une culture pléomorphique de l'*Achorion Schœnleinii* et surtout du *Trichophyton violaceum*. La ressemblance avec la culture dégradée de cette dernière espèce était non seulement complète, en ce qui concerne le mycélium, mais également en ce qui concerne l'aspect macroscopique de la culture. Il semble, en tout cas, que cette espèce est tout à fait proche, aussi bien par l'aspect macroscopique de sa culture, qui reste glabre, que par son mycélium, des espèces qui, dans leur culture originelle, présentent des filaments à arthrospores.

Microsporon ferrugineum (OTA, 1922).

La culture de cette espèce, décrite par le Dr OTA, qui l'a classée parmi les *Microsporon*, parce qu'elle occasionne chez les enfants de l'Extrême-Orient (Mandchourie) des lésions analogues à notre Microsporie, nous a été remise également par le service du Dr SABOURAUD, tout à fait à la fin de notre étude. La culture macroscopique présente un aspect similaire à celui de la culture originelle de l'*Achorion Schœnleinii*. C'est en effet une culture d'un aspect glabre, teinte de cire ou café au lait vermoulu, d'une évolution lente et d'une dégradation également très lente. Les cultures observées

depuis très longtemps par le Dr Ota ont été remises au Dr Sabouraud il y a environ deux ans ; comme les caractères décrits par le Dr Ota persistent, on peut en conclure qu'elle ne s'est pas modifiée depuis, tout au moins dans son aspect macroscopique. Le mycélium présente un grand nombre de filaments à arthrospores, tels qu'ils ont été décrits à propos de l'*Achorion Schœnleinii*, et un grand nombre de filaments à cellules phalangiformes ou à cellules larges et d'un calibre égal, telles que nous les avons également signalées dans la première phase de dégradation de l'*Achorion Schœnleinii*. A tous points de vue, bien que cette espèce n'ait pas présenté un degré très avancé de pléomorphisme, elle nous paraît très voisine de l'*Achorion Schœnleinii*.

Il serait intéressant de reprendre l'étude plus complète de cette espèce, que nous avons faite d'une façon sommaire, et d'étudier également sa cytologie pour appuyer cette ressemblance avec l'*Achorion Schœnleinii* d'une façon plus précise.

En tout cas, contrairement à l'opinion du Dr Ota, le fait que cette espèce occasionne dans les climats chauds de l'Extrême-Orient une microsporie n'est pas suffisant pour rapprocher ce Champignon du *Microsporon lanosum* ou du *Microsporon Audouini*, auxquels il ne ressemble en rien.

Ce Champignon présente les caractères des Arthrosporées et se rapproche par conséquent des trois espèces : *Achorion Schönleinii*, *Trichophyton violaceum* et *Trichophyton album*, précédemment décrites.

Champignons parasites du Tokelau.

Les termes les plus variés ont été employés pour désigner les Champignons du Tokelau.

Le terme *Endodermophyton* répond à ce que le Champignon évolue sous la peau dans une région un peu plus profonde de l'épiderme que la plupart des autres espèces : il atteint la couche de Malpighi. Ce terme n'a donc aucune valeur botanique. Les termes *Trichophyton*, *Microsporon*, *Oidium*, etc., employés par certains auteurs, ne correspondent à rien.

Tribondau a décrit un *Aspergillus* ; il est possible que la maladie Tokelau puisse être occasionnée par des Champignons différents, et rien n'empêche qu'un *Aspergillus* puisse provoquer les mêmes lésions que les *Endodermophyton* décrits par Castellani. Mais les figures représentées par Tribondau sont loin d'être démonstratives, et il est permis de douter de la détermination de l'auteur.

Castellani a décrit quatre espèces d'*Endodermophyton*, qui se distinguent par les caractères de leurs cultures géantes : ce sont les *Endodermophyton indicum*, *tropicale*, *concentricum* et *Mansoni*.

Endodermophyton indicum (Castellani, 1911).

Caractères morphologiques de la culture. — *Appareil végétatif.* — Le mycélium très jeune est constitué par des filaments à articles très courts, d'une forme globuleuse, et dont les dimensions varient de 3 à 5 μ. Ces articles, à mesure qu'ils vieillissent, présentent les formes les plus diverses : il y en a qui apparaissent tout à fait ronds, d'autres ovales, ou plus ou moins allongés et d'autres polyédriques. A mesure que la culture vieillit, les articles se détachent et, après s'être isolés, épaississent leur paroi et évoluent en véritables arthrospores. Ces arthrospores représentent les corps reproducteurs de l'espèce. En dehors des filaments que nous venons de décrire, on en observe d'autres à articles beaucoup plus longs et larges, également remplis de cytoplasme dense ; mais ces derniers sont plutôt rares. Enfin, dans les cultures un peu plus âgées, on trouve des filaments plus ou moins larges, dont la grosseur varie de 2 à 4 μ, qui sont constitués par des articles d'un aspect phalangiforme ; en effet, les articles de ces derniers filaments sont d'une longueur presque égale ; leurs extrémités légèrement enflées offrent un aspect anguleux, et chaque angle sert de point d'articulation à d'autres articles. Par ces articulations successives des cellules phalangiformes de dimension presque égale, on a l'aspect d'un mycélium qui est constitué par des branches axiales,

beaucoup plus grosses que les branches latérales, qui s'unissent à celles-là à angle presque droit. Les filaments d'un tel aspect sont très nombreux, et leur forme persiste dans les cultures plus ou moins âgées avec ce même aspect qu'ils présentent dans les cultures jeunes.

Nous pouvons résumer ces caractères morphologiques du mycélium de la façon suivante :

1° Des filaments à articles globuleux qui s'isolent à mesure que la culture vieillit et évoluent en chlamydospores ou arthrospores ;

2° Des filaments à articles larges et plus longs, dont le cytoplasme, à mesure qu'ils vieillissent, se rétracte, dans beaucoup de cas, dans leur intérieur et évolue également en arthrospores ;

3° Des filaments à cellules phalangiformes d'une longueur presque égale et d'une épaisseur qui varie de 2 à 5 μ et dont les extrémités présentent des facettes d'articulation. Ces trois sortes de filaments observés en cellules Van Tieghem sont placés les premiers vers le centre de la culture. les seconds, moins nombreux, au milieu, et le troisième type à cellules phalangiformes vers la périphérie de la culture.

Appareil reproducteur. — Ce sont les filaments du premier et du second type, et notamment celui du premier à cellules globuleuses, qui s'articulent en chaînes qui, en vieillissant, se détachent et s'isolent pour évoluer en arthrospores. En effet, ce sont les articles, véritables arthrospores, qui, prélevés d'une culture âgée et ensemencés dans un nouveau milieu, produisent par leur germination un nouveau mycélium. Ces arthrospores, quand elles sont encore attachées entre elles, présentent un cytoplasme très épais ; en vieillissant, leur protoplasme devient très vacuolisé. En germant, ces arthrospores se gonflent et émettent deux à quatre tubes germinatifs.

Dégradation de la culture. — Depuis deux ou trois ans que nous employons les mêmes cultures, nous n'avons observé qu'une modification très légère dans l'évolution du mycélium. En effet, les arthrospores deviennent moins nom-

breuses, et certains filaments apparaissent constitués d'articles plus minces et très longs, ainsi que nous l'avons observé dans l'*Achorion Schœnleinii* ; mais ces modifications évolutives sont très lentes et insuffisamment nombreuses pour pouvoir établir des phases de dégradation.

En comparant le mycélium de ce Champignon à celui de l'*Achorion Schœnleinii*, qui est presque analogue dans sa culture initiale, il semble justifié d'émettre l'hypothèse que l'*Endodermophyton*, dans la culture-mère, doit être constitué par un mycélium formé par un grand nombre d'arthrospores attachées en chaînes, et c'est par la suite qu'apparaissent, à mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements, les filaments à cellules phalangiformes tout à fait caractéristiques, ainsi qu'un petit nombre de filaments minces. Nous avons observé quelques très rares petites chlamydospores ou aleuries, mais nous ne pouvons les considérer comme caractéristiques de cette espèce, par suite de leur petit nombre.

Quoi qu'il en soit, il semble que la dégradation de cette espèce est excessivement lente et que les cultures que nous avons étudiées pendant deux ou trois ans environ, qui elles-mêmes résultent d'ensemencements successifs, semblent conserver des caractères assez stables.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture évolue lentement, et ce n'est qu'au bout d'un mois d'évolution qu'elle peut couvrir une surface dont le diamètre est de 2 centimètres environ. Cette culture évolue, en effet, en surface contrairement à l'*Achorion Schœnleinii*, qui évolue en hauteur. La culture de cette espèce présente une teinte café au lait et un aspect vermoulu et glabre. Elle n'a jamais donné un duvet blanc pléomorphique même très court, tel que nous l'avons observé dans l'*Achorion Schœnleinii*.

Observations cytologiques.

Appareil végétatif. — a. *Observations vitales.* — Les articles terminaux des filaments montrent un cytoplasme dense,

homogène, et présentent des petites vacuoles hyalines, de forme ronde ou allongée. Celles-ci grossissent et se fusionnent peu à peu et, dans les cellules âgées, occupent la plus grande partie du cytoplasme, qui prend ainsi un aspect alvéolaire.

Lorsqu'on examine le mycélium, dans une solution de rouge neutre très diluée, les vacuoles se colorent d'une façon diffuse, en rose pâle ; très souvent, on aperçoit au sein de ces vacuoles des corpuscules métachromatiques colorés en rouge vif et animés de mouvements browniens, provenant de la précipitation de la métachromatine sous l'influence du colorant. Ces corpuscules ne s'observent que dans les extrémités des filaments ; ailleurs les vacuoles se colorent simplement d'une façon diffuse. D'autres colorants, tels que les bleus de Nil, de méthylène, de crésyl, donnent une teinte violacée très pâle au suc vacuolaire, tandis qu'ils font apparaître dans son intérieur des corpuscules métachromatiques colorés en violet foncé rougeâtre (Pl. XXV, fig. 15). Les colorants vitaux du chondriome, comme le vert-Janus et le violet de Dahlia, nous ont permis d'observer, dans certains cas, des éléments ressemblant à des chondriocontes. On observe dans le cytoplasme des granulations graisseuses, que l'acide osmique en solution de 1 p. 100 ou le soudan III permettent de caractériser. Ce sont de fines granulations qui augmentent rapidement de nombre et de dimension dans les cellules plus ou moins développées. Aussi, dans les cellules âgées, on rencontre de nombreuses granulations de nature graisseuse, disséminées dans le cytoplasme. Dans certains cas, le cytoplasme est totalement couvert par ces granulations et prend un aspect décrit dans les livres classiques comme très granuleux, mais, dans ce cas-là, ces aspects paraissent correspondre à une dégénérescence graisseuse du cytoplasme. La solution iodo-iodurée révèle la présence du glycogène en forme de plages, surtout dans les filaments à arthrospores, et moins fréquemment ou pas du tout, au niveau des articles phalangiformes. Le glycogène apparait dans son origine formé de petites îlots disséminées dans le protoplasme, surtout sur les bords des vacuoles ; ceux-ci,

par la suite, grossissent, se fusionnent et peuvent se déverser dans les vacuoles. Dans beaucoup de cas, le glycogène remplit presque entièrement les arthrospores, qui prennent une teinte brun-acajou uniforme et très intense (Pl. XXVII, fig. 1 à 2). Dans les filaments larges ou phalangiformes, on trouve quelques cellules où le glycogène apparaît seulement sous forme de granulations ou fait totalement défaut.

b. *Observations après fixation et coloration. — Noyaux.* — Les préparations des cellules très jeunes fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique permettent d'observer les noyaux sous forme de grosses vésicules rondes ou plus rarement ovalaires. Au sein de ces vésicules hyalines, on aperçoit un gros nucléole teint en noir foncé. La membrane est très rarement visible. Le nombre des noyaux varie de deux à cinq par article. Par contre, dans les cellules très jeunes, on peut observer un plus grand nombre de noyaux.

Les préparations fixées au formol et suivies d'une coloration à l'hémalun ou à l'hématoxyline de Delafield mettent en évidence, en dehors des noyaux, les corpuscules métachromatiques, qui prennent une teinte rouge vineux, tandis que les noyaux apparaissent en bleu pâle.

Appareil reproducteur. — L'observation vitale nous montre que les arthrospores sont entourées par une membrane plus ou moins épaisse, mais jamais cutinisée. L'arthrospore montre une partie périphérique hyaline et, tout à fait vers le centre, un protoplasme formé de petites vacuoles limitées par de minces brides protoplasmiques. Dans le cytoplasme de ces cellules, on observe, en outre, quelques granulations graisseuses de dimensions variables, qui brunissent par l'acide osmique. La solution iodo-iodurée teint la plupart de ces arthrospores en brun-acajou; cet aspect correspond à la présence du glycogène, qui occupe toute la partie périphérique, c'est-à-dire celle qui présente un aspect hyalin. Les colorants vitaux des vacuoles (rouge neutre, bleu de Nil, bleu de crésyl, etc.) révèlent celles-ci avec une teinte diffuse et quelques rares corpuscules métachromatiques fortement colorés.

Les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique permettent d'observer de un à quatre noyaux, irrégulièrement délimités. Chacun des noyaux est, en effet, entouré par des granulations mitochondriales très nombreuses, qui se confondent avec lui.

Pendant la germination, les arthrospores, en se gonflant, doublent presque leur volume. L'observation vitale y révèle un cytoplasme homogène et très dense, dans lequel on aperçoit plus ou moins facilement de minuscules vacuoles. Les colorants vitaux, notamment le rouge neutre, nous permettent de les mettre en évidence avec beaucoup plus de netteté. Elles apparaissent alors teintes d'une façon très diffuse, sans qu'il y ait présence de corpuscules. La solution iodo-iodurée montre que le glycogène a disparu. L'acide osmique ne révèle pas de granulations graisseuses. Les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique font apparaître un protoplasme teint en gris pâle et des noyaux assez gros, teints en noir foncé et entourés d'un buisson épais de chondriosomes. Dans un stade plus avancé, les noyaux apparaissent comme des vésicules, de forme ronde, ovalaire, dans lesquelles on distingue un gros nucléole teint en noir foncé. Quelques noyaux en forme d'haltère correspondent sans doute au début de la division nucléaire. Les chondriosomes paraissent à ce moment s'espacer, et l'on peut distinguer alors de gros chondriocontes flexueux. Dans un stade plus avancé, on distingue deux noyaux situés tout près l'un de l'autre, qui marquent la fin de la division nucléaire, qui paraît s'effectuer par amitose. Avant la fin de la division du noyau, on constate la formation de un ou plusieurs tubes germinatifs, dans lesquels s'engage ensuite une masse de protoplasme, avec l'un des noyaux et quelques chondriocontes que nous retrouvons dans le tube germinatif déjà constitué. Dans ces tubes germinatifs, on observe quelques vacuoles rondes ou ovalaires, disséminées dans le protoplasme, que les colorants vitaux teignent d'une façon diffuse. Le noyau se place vers l'extrémité ; il ne tarde pas à subir de nouvelles divisions. Bientôt une cellule de forme arrondie, et plus fréquemment phalangiforme, s'isole à la

base du tube germinatif : elle constitue le premier article du mycélium.

Endodermophyton tropicale (Castellani, 1914) (Pl. XIV).

Appareil végétatif. — Cette espèce, étudiée par Castellani, se distingue de la précédente par sa culture géante, dont l'aspect est ambré et sur la surface de laquelle on observe un duvet qu'on ne trouve pas dans l'*Endodermophyton indicum*; la culture de cette dernière espèce, d'après Castellani, est rouge foncé.

Ce Champignon offre le même aspect morphologique que l'*Endodermophyton indicum*. Son mycélium est constitué par des articles phalangiformes, à extrémités anguleuses ; des rameaux latéraux sont insérés sur les deux faces de chacun des angles, qui forment l'extrémité de chacun des articles. Les branches latérales des filaments mycéliens s'articulent donc avec les branches axiales, à angle droit, d'une manière presque régulière. En outre, on constate des articles ronds, ovalaires, ou d'une forme polyédrique, attachés en chaînes. Enfin on observe beaucoup plus rarement de très gros articles d'une forme plus ou moins arrondie et qui sont intercalés entre les deux types d'articles que nous venons de décrire. Ces cellules, de forme arrondie, s'isolent en vieillissant et constituent des arthrospores qui correspondent aux corps reproducteurs de l'espèce (Pl. XIV, fig. 1 à 23).

Observations cytologiques.

Appareil végétatif. — a. *Observations vitales.* — L'examen du Champignon dans une culture de quarante-huit heures permet d'observer, dans les articles du mycélium, un protoplasme homogène dans lequel sont disséminées un certain nombre de vacuoles hyalines, de forme ronde ou ovale. On constate également des granulations très fines de nature graisseuse, osmioréductrice (Pl. XXIV, fig. 8 à 10).

Au fur et à mesure que les filaments vieillissent, les vacuoles

augmentent de nombre et de dimension et donnent au cytoplasme un aspect alvéolaire, en même temps le cytoplasme prend une allure granuleuse par suite d'une augmentation du nombre des globules graisseux.

Les colorants vitaux (rouge neutre ou les bleus de Nil, de crésyl, etc.) teignent les vacuoles d'une manière diffuse et, dans certains cas, précipitent la métachromatine en forme de corpuscules fortement colorés et animés de mouvements browniens au sein des vacuoles.

Sous l'action du réactif iodo-ioduré, le glycogène apparaît sous forme de granulations disséminées dans le cytoplasme ; celles-ci grossissent et arrivent à former des taches ou des îlots, dont la fusion détermine finalement dans les filaments et les arthrospores une couleur uniformément brun-acajou. Il y a pourtant à retenir que le glycogène paraît ici moins abondant que dans l'*Endodermophyton indicum*.

Le vert-Janus et le violet de Dahlia ne nous ont pas permis d'observer le chondriome.

b. *Observations après fixation et coloration.* — Les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique permettent d'observer les noyaux d'une forme ronde, dont le centre est occupé par un nucléole teint en noir foncé. On n'aperçoit pas de réseau, ni de granulations chromatiques. La membrane nucléaire est difficilement visible, en sorte que le noyau se réduit à un nucléole entouré d'une zone claire de nucléoplasme. Souvent on trouve des noyaux de forme allongée, où le nucléole prend l'aspect d'un haltère, et qui semble correspondre à des figures de division amitotiques. Le nombre de noyaux est de trois à quatre par article, mais, d'une façon générale, ce nombre n'est pas stable ; dans beaucoup de cas, on observe des cellules, surtout parmi les jeunes, où il varie de sept à douze. Les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline de Delafield, ou à l'hémalun, permettent d'observer, en même temps que le noyau teint en bleu pâle, les corpuscules métachromatiques, colorés en rouge vineux, au sein des vacuoles qui sont restées incolores.

L'étude cytologique des arthrospores, pendant leur stade

de repos et pendant la germination, montre que ces éléments offrent la même structure et subissent les mêmes phénomènes que les arthrospores de l'*Endodermophyton indicum*.

Champignons parasites de la Maduramycose.

(Pl. XXVI, fig. 8 à 12).

L'espèce que nous avons étudiée est due à l'obligeance du Dr Pinoy, chef de service à l'Institut Pasteur.

Sur les tubes de cultures, il n'y avait aucune désignation d'espèce, mais simplement le nom du genre *Madurella*; l'espèce semble correspondre au *Madurella Tozeuri* (Nicolle et Pinoy).

Caractères morphologiques de la culture. — Le mycélium jeune est constitué par un grand nombre de filaments dont les articles présentent un aspect ovalaire ou plus ou moins allongé ; ces articles sont gros de 3 à 4 μ environ et, à mesure que la culture vieillit, ils se détachent et s'isolent ; dans la suite, ils épaississent, cutinisent leur membrane et prennent une forme beaucoup plus arrondie (Pl. XXVI, fig. 8 à 12). Placés dans un nouveau milieu, ils germent comme des arthrospores. De ceci, il résulte que la plupart des filaments sont constitués par des arthrospores reliées en chaînes très régulières. Un autre type de filaments beaucoup plus rare est constitué par des cellules plus allongées et d'un calibre plus égal. Ces dernières cellules, dans certains cas, présentent des extrémités plus ou moins renflées et ont l'aspect d'haltères ; par contre, d'autres, beaucoup plus minces, sont plus allongées et ont leur calibre très égal.

A mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements, ces filaments plus ou moins minces deviennent un peu plus nombreux et semblent correspondre à des filaments pléomorphiques. Au cours de cette évolution et de cette dégradation de la culture originelle, caractérisées par le fait que les filaments deviennent beaucoup plus minces, à articles plus longs et d'un calibre égal, on peut observer des aspects

qui correspondent aux clous faviques signalés par M. Magrou. (Nous avons déjà signalé des aspects semblables dans l'*Achorion Schœnleinii*, qui est une espèce à arthrospores.) La pléomorphisme est très lent et, malgré le grand nombre d'ensemencements pratiqués, le mycélium, pour sa grande part, conserve son aspect de filaments en chaînes, avec arthrospores globuleuses.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture évolue très lentement et, au bout de quinze jours, prend un aspect glabre, lisse, d'une teinte fuligineuse. Dans les cultures très âgées et ensemencées plusieurs fois, on observe, dans certains cas, une teinte grisâtre et, sur certains points, légèrement blanchâtre. Ce dernier aspect semble correspondre à une évolution vers le duvet blanc pléomorphique représenté par les filaments minces signalés plus haut.

Observations cytologiques.

L'observation vitale du Champignon au début de son développement permet de constater dans les arthrospores un cytoplasme homogène, parsemé de nombreuses vacuoles, de forme arrondie ou ovalaire ; parfois, des granulations très fines et réfringentes paraissent au sein de ces vacuoles, animées de mouvements browniens et correspondent à des corpuscules métachromatiques. Si on fait agir une solution très étendue de rouge neutre sur une préparation jeune, les vacuoles se teignent d'une façon diffuse, et la métachromatine se précipite dans quelques vacuoles sous la forme d'une ou plusieurs granulations, très fines, animées de mouvements browniens (Pl. XXV, fig. 15). Ces vacuoles très petites et très nombreuses occupent le centre de la cellule, où elles sont disposées autour du noyau. Tout le reste de la cellule, et notamment la partie périphérique de l'arthrospore, est dépourvu de vacuoles. Lorsqu'on traite la préparation par la solution iodo-iodurée, on constate que toute cette partie périphérique prend une teinte brun-acajou (Pl. XXVIII, fig. 1 à 2). Il n'y a qu'une zone très petite

au centre, qui ne présente pas la réaction du glycogène : celle-ci comprend le noyau qui prend une teinte jaune et qui est entouré par de nombreuses petites vacuoles hyalines. Les parties à peine colorées correspondent donc au glycogène. Dans les cellules les plus jeunes, on assiste à la formation du glycogène ; celui-ci apparaît à la périphérie de la cellule sous forme de petites plages disséminées dans le cytoplasme ; celles-ci grossissent peu à peu et se fusionnent par la suite, pour remplir la presque totalité de la cellule. Les arthrospores qui ont atteint leur développement, traitées par l'iodo-iodure, se colorent presque totalement en brun-acajou. Ce glycogène persiste pendant tout le développement et ne disparaît qu'avec la germination de ces cellules, qui, comme on l'a vu, représentent toutes les arthrospores. Les quelques filaments à cellules minces sont privés totalement de glycogène. On observe également de fines granulations d'une réfringence très accusée, qui réduisent l'acide osmique et représentent des graisses. Le chondriome ne se distingue pas sur le vivant. Par contre, on observe souvent, au centre de chaque arthrospore, un corps arrondi, un peu plus réfringent que le cytoplasme, qui représente le noyau.

Les arthrospores, une fois mises en liberté, présentent une membrane cutinisée; leur cytoplasme prend un aspect alvéolaire; les alvéoles correspondent aux vacuoles qui entouraient le noyau et qui se sont accrues. La pénétration des colorants vitaux est très lente, à cause de la membrane cutinisée. Les précipités métachromatiques dans ces vieilles arthrospores sont plutôt rares, et la vacuole se colore d'une façon diffuse. Les granulations oléagineuses conservent leur aspect de très fines et rares granulations. Par contre, le glycogène, ainsi qu'on l'a vu plus haut, remplit presque la totalité de ces arthrospores.

Examinées après fixation au formol ou au picroformol et coloration à l'hématoxyline ferrique, les arthrospores encore jeunes présentent chacune un seul noyau ; celui-ci a une forme arrondie et un aspect hyalin ; son centre est occupé par un gros nucléole, teint en noir foncé. Dans certains cas, on peut observer, dans le nucléoplasme hyalin, la chro-

matine, colorée en noir sous forme d'un peloton disposé sur le bord de la membrane nucléaire.

Le noyau présente souvent des formes allongées ou en haltère, qui semblent correspondre à des stades de division. Ainsi, on peut observer des noyaux très gros, dans les cellules situées aux extrémités des filaments ; ceux-ci s'allongent par la suite et se divisent par étranglement. On observe aussi parfois la présence de deux noyaux très petits placés l'un à côté de l'autre, en forme de grains de café. La division paraît donc être amitotique.

Le nombre de noyaux, presque toujours de un par arthrospore, est exceptionnellement deux pour les cellules en voie de croissance, ou pour celles qui sont allongées et d'un calibre égal. Dans les arthrospores âgées et définitivement formées, il n'y a jamais qu'un seul noyau.

L'examen des préparations fixées par le formol et colorées par l'hématoxyline permet d'observer, dans les arthrospores très jeunes, un chondriome formé par des chondriocontes flexueux, plus ou moins allongés ; les grains et les bâtonnets paraissent faire totalement défaut. Par contre, ils dominent dans les arthrospores qui ont achevé leur développement.

Pendant la germination de ces arthrospores, le chondriome est presque toujours disposé autour du noyau, qui est gros et présente souvent une forme allongée, paraissant indiquer le début de sa division. Pendant que ce noyau se divise, le chondriome et le vacuoles sont placés en si intime contact avec lui que, dans les préparations insuffisamment régressées, le noyau apparaît avec le chondriome et les corpuscules métachromatiques qui l'entourent comme une grosse masse confuse à contour irrégulier, qui occupe tout le milieu de la cellule. Dans la suite, quand la chlamydospore a grossi de deux fois son volume initial, on observe la production d'un tube germinatif ; les noyaux qui résultent de la division émigrent dans ce même tube germinatif avec le cytoplasme, ainsi que le chondriome, qui se présente dans le tube germinatif sous l'aspect de chondriocontes flexueux et allongés.

Dans les préparations de ces arthrospores en germination,

fixées au formol et colorées à l'hémalun, on observe le noyau teint en bleu pâle et les vacuoles remplies de corpuscules métachromatiques colorés d'une manière très intense, en rouge vineux. Ces vacuoles entourent le noyau (Pl. XXVI, fig. 8 à 12).

Champignon du « Pityriasis versicolor ».

Ainsi que nous l'avons dit dans notre historique d'une façon détaillée, plusieurs auteurs ont décrit ce Champignon dans les squames des lésions qu'il cause sur l'épiderme. Les principaux de ces auteurs furent Rollin, Saccardo, Bazin, Baillon, Zopf, Castellani; ce dernier a distingué deux espèces : *Malassezia furfur* et *Malassezia tropica* ; l'espèce *furfur* donne des taches brunes, tandis que la couleur des squames que provoquent *Malassezia tropica* est rouge quand le Champignon évolue sur la peau blanche, et jaune quand il évolue sur une peau sombre. Le même auteur considère, en outre, comme une variété spéciale l'espèce qui se rencontre à Ceylan. D'autres auteurs : Kotliar (1892), Spietschka (1896), Vomer (1902), Matzawauer (1905), Plamt (1909, 1913), Nicolle (1912), Castellani (1905), Ota (1919), ont obtenu des cultures de ce Champignon en expérimentant sur divers milieux. Nous-mêmes, il y a quatre ans environ, avons fait plusieurs essais de culture, mais sans résultat.

La culture que nous avons étudiée a été obtenue par le Dr Ota, qui a rapporté ses observations dans le journal *Zapanische Zeitschit für Dermatologie* (*Urologie*, vol. XIX, 1919). Les caractères cytologiques très spéciaux que présente cette espèce nous en ont fait faire une étude détaillée. Au début, nous avons été un peu sceptiques sur l'identité de ce Champignon. Le Dr Ota a décrit dans ce Champignon une formation de conidies qui tendrait à le placer dans les Conidiosporées. Les autres auteurs qui ont étudié la même espèce, de provenance différente, ne s'accordent pas sur sa position systématique. C'est ainsi que Brumpt la place parmi les Blastosporées.

Caractères de la culture-mère. — Dans une jeune culture, le mycélium apparaît constitué par des filaments minces qui mesurent 2 μ environ et qui présentent un cytoplasme homogène. Les extrémités des filaments très jeunes, en voie de croissance, sont constitués par des articles excessivement longs et légèrement incurvés (Pl. XIX, fig. 16). Les articles terminaux sont nombreux et serrés les uns à côté des autres, d'un calibre très égal et, vus dans leur ensemble, présentent l'aspect de doigts de gant ; quand ils sont très rapprochés les uns des autres, ils constituent de véritables faisceaux. Dans les cultures très âgées, les filaments à articles très longs disparaissent complètement, et on ne trouve plus que des filaments cloisonnés à des distances très rapprochées et, par conséquent, constitués de courts articles (Pl. XIX, fig. 11 à 15). Quand la culture devient un peu plus âgée, toutes ces petites cellules se détachent, s'isolent, s'arrondissent et prennent l'allure d'arthrospores (Pl. XIX, fig. 10). Placées dans un nouveau milieu, elles évoluent comme des corps reproducteurs. En effet, si on ensemence les arthrospores d'une culture âgée de un mois, dans un nouveau milieu, on constate qu'un certain nombre de ces cellules se résorbent, mais que d'autres se gonflent et émettent un à deux et plus rarement trois tubes germinatifs. Assez souvent, les arthrospores, avant de germer, se fusionnent deux à deux ; parfois on observe même des fusions entre trois arthrospores. Les grosses cellules qui résultent de ces fusions germent de la même manière, mais en émettant un plus grand nombre de tubes germinatifs. La culture telle qu'elle nous a été remise conserve son mycélium avec le même aspect que l'on vient de décrire, malgré un grand nombre de passages pratiqués par ensemencements dans de nouveaux milieux. Cependant, on observe très rarement des filaments plus minces qui prennent peu à peu un aspect moniliforme. A part ces filaments moniliformes, qui se détachent également en articles très petits, on n'observe aucune autre modification. Il semble donc que le Champignon conserve ses caractères et ne se pléomorphise pas.

Nous ne pouvons confirmer la présence dans ce Champignon

de conidies décrites par le Dr Ota. Il est possible que cet auteur ait décrit les arthrospores comme telles. Nous ne pouvons pas non plus admettre l'opinion de M. Brumpt, qui fait de ce Champignon une Blastosporée ; sa place est incontestablement parmi les Arthrosporées.

Aspect macroscopique de la culture (Pl. XIX, fig. 10 à 16). — Le Dr Ota a obtenu cette culture en milieu d'épreuve Sabouraud, additionné du sixième de son volume de sérum du malade. Nos cultures ont été faites comme celles des espèces précédentes, soit sur gélose glycosée, soit en milieu d'épreuve Sabouraud, sans aucune addition de sérum. Le Champignon évolue également très facilement sur Pomme de terre, Carotte, moût de bière liquide et moût gélosé. Dans le milieu d'épreuve Sabouraud, la culture se présente au début sous forme de petits grumeaux, agglomérés, lisses, visqueux, jaunâtres, lesquels peu à peu grossissent et se diffusent sur la surface du milieu. La culture développée se présente sous l'aspect d'une pellicule visqueuse, très ferme, qui couvre presque la totalité du milieu. Cette culture est très consistante, et, quand on introduit l'aiguille de platine pour en enlever une pièce, elle présente une grande élasticité, et c'est avec difficulté qu'on en détache un morceau.

Observations cytologiques.

L'observation vitale montre, dans les filaments jeunes, un cytoplasme très dense et homogène, parsemé de petites vacuoles. Les colorants vitaux précipitent dans l'intérieur de ces vacuoles assez souvent des petites granulations vivement colorées, qui correspondent à des corpuscules métachromatiques. Le cytoplasme présente également un grand nombre de petites granulations fines, réfringentes, de nature graisseuse. On n'observe pas le glycogène.

Dans les préparations fixées au formol ou au picroformol et colorées à l'hématoxyline ferrique, les filaments jeunes montrent un seul noyau d'une forme caractéristique : celui-ci offre un nucléoplasme peu abondant et un énorme

nucléole toujours allongé ou ovoïde. Le noyau est tellement gros qu'il occupe très souvent tout le calibre du filament. La membrane nucléaire est très souvent visible. Dans certains cas, le noyau se présente avec un aspect beaucoup plus allongé, qui semble correspondre à un stade de la division nucléaire. Dans les mêmes préparations, on observe quelquefois de minces chondriocontes flexueux.

Les filaments âgés sont représentés, ainsi que nous l'avons exposé plus haut, par des petits éléments qui s'arrondissent et qui résultent d'une fragmentation des filaments jeunes. Cette fragmentation est basifuge, c'est-à-dire qu'elle commence à la base des filaments.

Les arthrospores qui résultent de cette fragmentation présentent sur le vivant un cytoplasme très vacuolisé. Les vacuoles, assez grosses, se colorent par les colorants vitaux d'une façon diffuse. Les granulations graisseuses sont très abondantes et remplissent presque totalement le cytoplasme (Pl. XXIV, fig. 11). L'aspect que prend ce cytoplasme par la présence de ces granulations a été décrit par le Dr Ota comme un aspect granuleux.

Les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique nous révèlent la présence, dans ces arthrospores, d'un seul noyau (Pl. XXIII, fig. 7 à 30), difficilement visible, et de grains très abondants, qui correspondent au chondriome. Dans les arthrospores en germination, le noyau devient très visible : il grossit, se divise, et les noyaux qui résultent de cette division émigrent dans le tube germinatif. Pendant la germination, le chondriome est représenté par des bâtonnets qui émigrent dans le tube germinatif et prennent bientôt l'aspect de chondriocontes flexueux.

Les arthrospores de cette espèce, contrairement aux arthrospores des espèces précédemment décrites, ne présentent pas de glycogène.

Champignons parasites du syndrome de Beurmann et Gougerot.

Le premier parasite décrit fut celui que SCHENK a isolé en 1896, aux États-Unis, du pus de gommes cutanées et qui a été étudié par ERWIN SMITH, du département de l'Agriculture de Washington. En 1899, BRAYTON publia un cas clinique analogue, mais sans décrire les parasites qu'il n'a pas cultivés. En 1900, HETOEN et PERKINS ont isolé le *Sporotrichum* de SCHENK des abcès sous-cutanés multiples que présentait un malade. En France, le premier cas publié fut celui de BEURMANN et RAMOND (1903), qui ont isolé le *Sporotrichum* du pus d'abcès sous-cutanés multiples d'un malade qu'ils ont traité, sur les conseils du Dr SABOURAUD, par l'iodure de potassium ; ce même Champignon parasite a été étudié par MATRUCHOT et RAMOND, qui lui ont donné le nom de *Sporotrichum Beurmanni*. A partir de 1906, les cas de Sporotrichose se sont multipliés, et plusieurs auteurs ont participé aux descriptions de la nouvelle maladie et de ses parasites. L'ensemble de la question fut l'objet d'une monographie classique de BEURMANN et GOUGEROT, en 1912, et le nom de ces auteurs est resté attaché à la connaissance de cette nouvelle mycose.

Toutes les espèces décrites jusqu'à cette époque furent placées dans le genre *Sporotrichum*, LINK (1809). VUILLEMIN a réservé le nom de *Sporotrichum* aux espèces qui ne produisent pas de pigment noir. Il sépare donc de ce genre les espèces qui présentent des cultures fuligineuses, qu'il place parmi les Dématiées phéosporées, dans le genre *Rhinocladium* [SACCARDO et MARCHAL (1885)]. En effet, la plupart des espèces connues jusqu'à ce jour présentent un pigment noir ; nous ne connaissons que l'espèce *Carougeaui* [LANGERON (1913)], isolée à Madagascar par FONTOYNONT et CAROUGEAU, dont la culture est blanche. LANGERON, avec juste raison, dans son article du *Nouveau Traité de médecine*, range dans le genre *Nocardia* les espèces décrites par VIDAL et par DOR, et dont le mycélium présente les caractères de Microsiphonées, c'est-à-dire des formes comme les *Actinomyces*, qu'on hésite encore

à placer parmi les Champignons ou parmi les Bactéries.

Nous reproduisons ici le tableau établi par LANGERON pour la distinction des espèces décrites de cette mycose et dont la plupart sont très mal connues :

Genre **Sporotrichum** (LINK, 1809).
Espèce : *S. Carougeaui* (LANGERON, 1913).
Genre **Rhinocladium** (SACCARDO et MARCHAL, 1885).
Espèce : *R. asteroides* (SPLENDORE, 1908, Brésil).
— *R. Councilmani* (WOLBACH, SISSON et MEIER, 1917, États-Unis).
— *R. Gougeroti* (MATRUCHOT, 1910, France).
— *R. Indicum* (CASTELLANI, 1908, Indes).
— *R. Jeanselmei* (BRUMPT et LANGERON, 1910, France).
— *R. Leisnei* (VUILLEMIN, 1910, Madagascar).
— *R. Schenki* (HEKTOEN et PERKINS, 1900, États-Unis).
— *R. Beurmanni* (MATRUCHOT et RAMOND, 1905, France).
Genre **Nocardia**.
Espèce : *Nocardia dispar* (VIDAL, France, 1882).
— *Nocardia Dori* (DOR, France, 1906).

Nous avons étudié parmi ces espèces *Rhinocladium Gougeroti*, *R. Beurmanni*, *R. asteroides* et *R. Schenki*.

Les cultures de ces espèces nous ont été remises par différents laboratoires, sauf celle du *R. Beurmanni*, que nous avons isolée avec le Dr MASSIA des gommes sporotrichosiques d'un malade de l'Antiquaille, à Lyon. Une culture de la même espèce, également originale, nous a été envoyée par notre ami le Dr EMBERGER (de Montpellier).

L'étude morphologique et cytologique de ces différentes espèces nous a permis d'établir que le *R. Gougeroti* est un Champignon qui présente, au point de vue mycologique, des caractères tout à fait différents des autres dont on doit le séparer.

Nous avons donné, dans le *Bulletin de la Société de mycologie*, un exposé des caractères morphologiques de ce Champignon qui nous ont permis de le considérer comme appartenant au genre *Dematium* et le séparer du genre *Rhinocladium*, auquel appartiennent les trois autres espèces que nous avons étudiées également. Nous allons donc faire en premier lieu l'étude des *R. Beurmanni*, *R. asteroides* et *R. Schenki* et, par la suite, celle du *Dematium Gougeroti*. Nous étudierons également à part

le *R. Beurmanni*, parce que nous possédions des cultures originelles de ce Champignon, tandis que les cultures des deux autres espèces nous ont été remises par le Dr Da Fonseca et Ota, et que nous ignorons leur origine.

Rhinocladium Beurmanni (Matruchot et Ramond, 1905) (Pl. XXII).

Caractères de la culture-mère. — *Appareil végétatif.* — Le mycélium jeune d'une culture sur milieu d'épreuve Sabouraud présente des filaments minces, divisés en articles plus ou moins longs, d'un calibre tout à fait égal, mesurant 2-3 μ de large. Il est rare qu'on observe dans le mycélium des articles possédant dans leur région médiane ou à l'une de leurs extrémités un renflement qui modifie la régularité du calibre des filaments. Les filaments les premiers développés sont plus gros que les autres; ils donnent naissance, sur leurs parties latérales, à un grand nombre de rameaux plus minces, qui eux-mêmes se ramifient de la même manière, produisant des branches latérales encore plus minces ; ce sont les branches ultimes provenant de cette ramification et qui ont souvent un trajet onduleux, qui portent la majeure partie des conidies. Dans les cultures en cellules Van Tieghem, ces ramifications, ainsi que l'appareil reproducteur que nous allons décrire plus bas, apparaissent après les premières quarante-huit heures.

Appareil reproducteur. — Les conidies naissent sur les parties latérales ou terminales des filaments les plus minces, qui résultent de la ramification du mycélium (Pl. XXII, fig. 1 à 12). Elles apparaissent sous forme d'un petit bourgeon : celui-ci grossit peu à peu, restant relié avec la cellule qui lui a donné naissance, par l'intermédiaire d'un petit denticule, qui représente un ramuscule excessivement mince, et dont la longueur varie beaucoup. Dans certains cas, ce ramuscule peut passer inaperçu, mais, dans la plupart des cas, il est deux ou trois fois plus long que le diamètre de la conidie. La conidie prend une forme ronde et plus rarement ovalaire.

A mesure que la conidie grossit, le ramuscule s'amincit ; dans la suite, la conidie s'isole, tandis que le ramuscule qui la portait persiste, marquant la place qu'elle occupait sur le filament. Les conidies peuvent, dans certains cas, se former sur les parties latérales d'un filament, sans l'intermédiaire d'aucun denticule; parfois cependant celui-ci existe, mais si court qu'il est presque invisible, ainsi que nous l'avons signalé plus haut. Ces conidies, qui représentent les corps reproducteurs de l'espèce, se produisent en grand nombre. Parfois, elles naissent très nombreuses, à l'extrémité ou sur le trajet d'un filament qu'elles entourent complètement et constituent ce que les auteurs ont décrit sous le nom de manchon conidien. Dans d'autres cas, et c'est le mode le plus fréquent, les conidies apparaissent au nombre de deux ou trois, à l'extrémité d'un filament mince ; dans ce cas, l'appareil conidien offre l'aspect de véritables Trèfles. Dans quelques cas, on observe une disposition qui n'a pas été signalée jusqu'ici, dans laquelle un rameau porte une fine branche latérale, qui donne naissance à une première conidie, laquelle forme, par bourgeonnements, plusieurs nouvelles conidies, plus petites et dont chacune reste attachée à elle par un fin denticule. D'autres aspects très variés peuvent s'observer suivant qu'un seul rameau porte un plus ou moins grand nombre de conidies, chacune rattachées à lui par l'intermédiaire d'un denticule.

Des formes-levures ont été observées par Lutz et Spendore et par Beurmann et Gougerot dans les cultures originelles très jeunes, et notamment dans les ensemencements du pus des lésions. Les formes-levures furent également signalées dans les cultures et surtout dans les tissus, par quelques auteurs (Olga, Tour, Pinoy, Magrou, Garin, Massia). Nous n'avons pas observé des formes-levures dans les cultures originelles, où les corps reproducteurs paraissent se former de la façon que nous avons signalée plus haut ; par contre, nous avons rencontré dans les cultures qui ont subi une longue série d'ensemencements des filaments qui produisaient des cellules-levures par bourgeonnement. Ces cellules-levures, dans certains cas très rares, restaient attachées les unes après les autres et formaient des sortes de filaments moniliformes ; par

la suite, ces cellules-levures se détachaient et évoluaient comme de simples conidies. Dans les cultures qui ont subi un grand nombre d'ensemencements, on constate également que le nombre de conidies diminue et que les aspects divers produits par ces conidies se simplifient par le fait que les filaments portent moins de conidies. C'est ainsi, par exemple, qu'on n'observe plus de manchon conidien. Ces modifications morphologiques sont sans doute le résultat de l'influence du milieu artificiel.

Germination. — Les conidies prises sur une vieille culture et ensemencées dans un nouveau milieu germent isolément, en émettant un ou deux tubes germinatifs. Quelques-unes se fusionnent deux à deux avant de germer ; enfin on constate qu'un certain nombre de conidies sont inaptes à germer et dégénèrent.

Aspect microscopique de la culture. — La culture évolue très rapidement et, au bout d'un mois, occupe une très grande partie de la surface du milieu artificiel. Elle est d'un aspect lisse, visqueux et d'une teinte noir foncé; cette couleur, d'un noir goudron, s'éclaircit à la suite d'un grand nombre d'ensemencements : ainsi, au bout de deux ans et même plus, les cultures prennent une teinte café au lait légèrement foncée. La disparition progressive de ces pigments ainsi que la diminution concomitante du nombre de conidies, à la suite d'un grand nombre d'ensemencements, correspondent certainement à une dégradation de l'espèce, sous l'influence de la vie saprophytique. En dehors donc de ce que Langeron et d'autres auteurs ont décrit comme polymorphisme et qui est représenté par des modifications de l'appareil conidien et notamment par la production de formes-levures, il semble qu'on observe également un certain degré de pléomorphisme à la suite d'un grand nombre d'ensemencements ; ce dernier phénomène se traduit par une diminution du nombre de conidies ainsi que par la disparition du pigment.

Oservations cytologiques.

Le *Rhinocladium Beurmanni* a déjà fait l'objet d'une courte étude cytologique de Pénau. Cet auteur décrit dans ce Champignon une structure tout à fait semblable à celle qu'il avait observée dans une étude antérieure dans le Champignon du Muguet. Il constate, dans chaque cellule, la présence d'un seul noyau, paraissant se diviser par amitose. Il décrit, en même temps, dans le cytoplasme, des granulations sidérophiles, auxquelles il donne le nom de formations basophiles, et des vacuoles renfermant des corpuscules métachromatiques. Il constate qu'après fixation à l'alcool et coloration par le bleu polychrome les formations basophiles se colorent métachromatiquement en rouge comme les corpuscules métachromatiques, avec lesquels ils se confondent, tandis qu'avec les autres fixateurs, notamment avec le liquide de Lavdowsky, le bleu polychrome ne les colore pas et laisse apparaître seulement les corpuscules métachromatiques.

Examinés sur le vivant, les filaments d'une culture jeune montrent un cytoplasme d'apparence homogène et dense, parsemé de vacuoles qu'on peut étudier facilement au moyen d'une coloration au rouge neutre. Dans les extrémités des filaments, ces vacuoles sont très petites et paraissent présenter une consistance semi-fluide ; elles apparaissent sous la forme de petits corpuscules assez fortement colorés par le rouge neutre et disséminés dans tout le cytoplasme. Dans les parties plus âgées du mycélium, les vacuoles ont une tendance à s'agglomérer en petits amas, puis prennent un aspect beaucoup plus fluide et se fusionnent pour constituer de grosses vacuoles, qui peuvent se colorer tout entières d'une manière diffuse, ou rester incolores et montrer dans leur intérieur de fines granulations fortement colorées et animées de mouvements browniens.

On observe, même dans les filaments les plus jeunes, des petites granulations réfringentes, disséminées dans le cytoplasme ; celles-ci, dans les parties plus âgées du filament,

deviennent très nombreuses. Leur aspect alors varie beaucoup ; ce sont tantôt de gros globules, tantôt de fines granulations, isolées ou réunies en chaînette. Ces granulations brunissent par l'acide osmique et correspondent à des graisses.

L'examen du Champignon dans le réactif iodo-ioduré ne nous a jamais permis de relever la présence de glycogène, à quelque stade que ce soit.

Ayant commencé nos recherches cytologiques sur ce Champignon, nous avons essayé sur lui un grand nombre de fixateurs. Les fixations au liquide de Perenyi, au picroformol, ou simplement au formol, nous ont donné de bons résultats. Nous avons commencé par employer la méthode des coupes à la paraffine ; mais l'expérience nous a montré qu'il n'était pas besoin de recourir à ce procédé et que la coloration directe du mycélium, après fixation et son étalement sur une lame, donnait des résultats aussi bons, sinon meilleurs, que ceux que l'on obtient sur ces coupes très minces. Après fixation par l'un des trois fixateurs précités suivie de coloration à l'hématoxyline ferrique, on obtient facilement la différenciation du noyau (Pl. XXII, fig. 1 à 12). Il n'y a qu'un seul noyau par cellule, même dans les cellules qui occupent les extrémités des filaments en voie de croissance, contrairement à ce que nous avons constaté dans le *Rhinocladium Gougeroti*. Ce noyau se présente comme un corps rond constitué par un nucléohyaloplasme entouré par une membrane difficilement visible et renfermant au centre un gros nucléole fortement coloré. Dans certains cas, ce noyau présente des formes allongées, en haltère, qui paraissent témoigner de sa division par amitose. On observe surtout ces formes dans les endroits du mycélium où naissent les conidies.

Le cytoplasme présente souvent, surtout dans le cas où la différenciation n'est pas tout à fait suffisante, des granulations sidérophiles de formes assez confuses, correspondant à ce que Pénau a désigné sous le nom de formations basophiles. Dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique, il est possible, dans certains cas, de mettre en évidence le chondriome, qui est constitué surtout par des

chondriocontes et par quelques rares mitochondries granuleuses. Le chondriome s'obtient d'une manière beaucoup plus nette par la méthode de REGAUD. La comparaison de ce chondriome avec les granulations sidérophiles confuses obtenues après fixation au Perenyi ou au picroformol (formations basophiles de PÉNAU) nous amène à la conclusion que celles-ci correspondent au chondriome altéré et déformé par les fixateurs. Cette opinion a déjà été formulée par GUILLIERMOND pour les levures et le Champignon du Muguet. Il est à remarquer que, ces formations basophiles, contrairement à l'opinion de PÉNAU, ne se colorent jamais métachromatiquement par le bleu polychrome et que PÉNAU a certainement confondu des corpuscules métachromatiques avec ces granulations, quand il affirme que les formations basophiles deviennent métachromatiques par le bleu polychrome après fixation à l'alcool.

Les préparations colorées à l'hémalun ou à l'hématoxyline de DELAFIELD, après fixation au formol, permettent d'observer à la fois les noyaux colorés en bleu et les corpuscules métachromatiques teints en rouge et localisés dans les vacuoles. Cette méthode nous a souvent permis de mettre en évidence, dans le noyau, un réseau chromatique et une membrane nucléaire que les préparations colorées par l'hématoxyline ferrique ne permettaient pas en général d'obtenir.

Nous avons essayé des fixations au liquide de LAVDOWSKY et à l'alcool, suivies de colorations au bleu polychrome et qui ne nous ont pas permis de vérifier les résultats de PÉNAU, à savoir qu'après fixation au liquide de LAVDOWSKY, les corpuscules métachromatiques seuls se colorent, tandis qu'après fixation à l'alcool les granulations basophiles du cytoplasme se colorent métachromatiquement et se confondent avec les corpuscules métachromatiques des vacuoles. Dans les deux cas, nous avons obtenu à peu près les mêmes résultats, et l'on ne constatait pas une grande différence au point de vue de la quantité des corpuscules métachromatiques. Il faut remarquer cependant que l'alcool est un fixateur brutal qui altère fortement le cytoplasme et que, d'autre

part, il paraît mieux insolubiliser la métachromatine que le liquide de Lavdowsky. Depuis les recherches de Pénau, on sait en effet par les travaux de Dangeard et de Guilliermond que les corpuscules métachromatiques sont des produits artificiels résultant de la précipitation, sous l'influence des fixateurs, d'une substance se trouvant normalement à l'état de solution colloïdale dans les vacuoles. Guilliermond a montré, d'autre part, que les fixateurs et les colorants vitaux avaient parfois pour effet non seulement de provoquer la précipitation de la métachromatine sous forme de corpuscules, mais de déterminer l'émigration des corpuscules dans le cytoplasme avoisinant la vacuole. Dès lors, il n'y a rien d'anormal à ce que les fixateurs ne produisent pas tous les mêmes effets sur la métachromatine, donnant lieu à la production d'un plus ou moins grand nombre de corpuscules métachromatiques et à l'émigration d'une partie de ceux-ci dans le cytoplasme.

Nous profiterons de cette discussion pour rectifier une autre erreur de Pénau. Cet auteur, dans ses recherches sur la structure du Champignon du Muguet, constate que les corpuscules métachromatiques s'observent sur le vivant, dans les vacuoles, sous forme de granulations réfringentes, et que celles-ci se colorent par le soudan III ; il en conclut que les corpuscules métachromatiques sont constitués par des lipoïdes. Nous n'avons jamais observé ce fait dans tous les Champignons dont nous avons fait l'étude cytologique. Les corpuscules métachromatiques s'observent très difficilement sur le vivant ; le plus souvent, la métachromatine existe dans la vacuole à l'état de solution colloïdale et n'est précipitée sous forme de corpuscules que par les colorants vitaux. Ce n'est que rarement qu'on constate dans les vacuoles de rares corpuscules réfringents, animés de mouvements browniens, qui résultent d'une précipitation de la métachromatine dans la vacuole, produite dans des conditions normales.

Mais ce que l'on voit, ce sont de nombreuses granulations réfringentes et osmio-réductrices, qui correspondent aux granulations graisseuses que nous avons décrites plus haut,

et qui sont localisées tout autour des vacuoles. Ces granulations peuvent être facilement confondues avec les corpuscules métachromatiques. Ce sont ces granulations et non les corpuscules métachromatiques qui se colorent par le soudan. Jamais nous n'avons obtenu par le soudan la moindre coloration des corpuscules métachromatiques. Ce sont donc des granulations graisseuses, que PÉNAU a observées et qu'il a confondues avec les corpuscules métachromatiques, qui eux ne présentent aucune réaction lipoïde.

Lorsqu'on examine sur le vivant la formation de conidies, on constate que le cytoplasme de celles-ci, d'abord dense et homogène, se creuse bientôt de très petites vacuoles au nombre de deux à trois, dans lesquelles le rouge neutre fait apparaître de minuscules corpuscules métachromatiques. Les conidies ne montrent en général aucune granulation graisseuse, au moment de leur formation. Quand la conidie a acquis sa dimension définitive et s'est détachée du filament dont elle dérive, sa membrane s'épaissit et brunit. Ses vacuoles grossissent, et en même temps on voit apparaître dans son cytoplasme quelques granulations graisseuses. Le glycogène fait toujours défaut dans les conidies.

Les conidies qui naissent par bourgeonnement d'un filament sont d'abord dépourvues de noyau. Ce n'est que lorsqu'elles ont acquis une certaine dimension que l'on voit l'un des noyaux, provenant d'une division nucléaire effectuée dans le filament, s'introduire dans le bourgeon. Les conidies offrent donc un seul noyau.

Dans les conidies complètement développées, on observe généralement après fixation au formol et coloration à l'hématoxyline ferrique de fines granulations sidérophiles, qui sont agglomérées autour du noyau et paraissent correspondre au chondriome.

Les conidies gonflées, au début de la germination, montrent dans leur intérieur d'assez grosses vacuoles remplies de corpuscules métachromatiques et un noyau toujours entouré de granulations sidérophiles paraissant correspondre au chondriome. Lorsque la conidie a formé son tube germinatif, le noyau se divise, et l'on observe deux petits noyaux qui

s'engagent bientôt dans le tube germinatif ; en même temps apparaissent dans le tube germinatif des chondriocontes qui semblent résulter de l'allongement des granulations qui entouraient le noyau dans la conidie. On voit donc que nos recherches vérifient une partie des résultats de PÉNAU. Comme PÉNAU, nous avons constaté la présence d'un seul noyau dans les articles du mycélium, ainsi que dans les conidies. Ce noyau paraît se diviser par amitose. Nous avons observé également dans le cytoplasme, comme PÉNAU, des vacuoles renfermant des corpuscules métachromatiques et des granulations basophiles. Par contre, nos recherches ne peuvent confirmer le fait observé par PÉNAU, que les granulations basophiles se colorent métachromatiquement, comme les corpuscules métachromatiques après fixation à l'alcool. Elles démontrent que les formations basophiles représentent des chondriocontes altérés par les fixateurs.

Rhinocladium Schencki (HEKTŒN et PERKINE, 1900)
et
Rhinocladium asteroides (SPLENDORE, 1908)
(Pl. XXII, fig. 13 à 35).

L'aspect macroscopique de la culture de ces espèces présente une teinte café au lait, légèrement foncée. Leur aspect est lisse et visqueux. Le développement est assez rapide, au point de couvrir la surface du substratum au bout de dix jours de développement. Cet aspect est tout à fait comparable à celui que présente le *Rhinocladium Beurmanni*, à la suite d'un grand nombre d'ensemencements. Il est donc possible que, comme pour le *Rhinocladium Beurmanni*, cette couleur soit due au grand nombre d'ensemencements que les cultures ont subis avant de nous être remises. Le mycélium présente le même aspect que celui qu'on observe dans le *Rhinocladium Beurmanni*, avec cette différence que les conidies se forment généralement isolément et sont portées par un stérigmate très court, sur les filaments qui leur donnent naissance (Pl. XXII, fig. 13 à 35). On ne trouve pas de man-

chon conidien, comme dans le *Rhinocladium Beurmanni*. En outre, on observe également quelques filaments moniliformes qui se fragmentent en cellules-levures, mais ces filaments moniliformes sont également très rares et le mycélium est surtout constitué par des filaments minces d'un calibre très égal.

Les observations cytologiques du mycélium ainsi que celles des conidies nous ont montré que ces deux Champignons offrent à ce point de vue des caractères en tous points semblables à ceux de l'espèce précédemment étudiée.

Dematium Gougeroti (MATRUCHOT, 1910) (Pl. XX et XXI).

Ce Champignon, cultivé pour la première fois par DE BEURMANN et GOUGEROT (1907), fut étudié par MATRUCHOT, puis par DE BEURMANN et GOUGEROT. Les auteurs reconnaissent actuellement deux formes de ce Champignon, celui du cas ADAMSON et celui de Nouvelle-Zélande. Nous avons étudié la forme de Nouvelle-Zélande.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DE LA CULTURE. — Au début de la culture, on observe surtout des cellules-levures, en voie de bourgeonnement, et souvent réunies en chaînes plus ou moins longues (Pl. XX et XXI). Dans la suite, ces levures peuvent rester réunies ou s'isoler. Ensemencées dans un autre milieu, elles reproduisent des levures, et ceci pendant toute l'évolution de la culture. En même temps que les levures, on observe un certain nombre de filaments à cellules plus grosses que dans *R. Beurmanni*; celles-ci mesurent de 3 à 5 μ de large et souvent présentent un calibre inégal. Ces cellules, à mesure qu'elles vieillissent, épaississent et cutinisent leur membrane et prennent une teinte brunâtre. Ce Champignon, d'abord classé dans le genre *Sporotrichum*, fut placé dans le genre *Rhinocladium* et incorporé dans les Dématiées phéosporées. Dans une note préliminaire, nous avons montré qu'il se distingue nettement du genre *Rhinocladium* et doit être classé dans le genre *Dematium*, qui

appartient, comme le genre *Rhinocladium*, aux Dématiées phéosporées.

Les filaments ainsi cutinisés dans les cultures un peu âgées apparaissent en grand nombre et se rassemblent en de véritables faisceaux en constituant des formes corémiales, qui ont un aspect dur et noir et qui rappelle un peu des sclérotes. Des formes semblables ont été observées également par Boulenger, dans un *Sporotrichum* très voisin, le *Sporotrichum vellereum* de Spegazzini (1880), et qui présentait des cultures blanches. Ce même auteur aurait observé avec Saccardo de véritables sclérotes. Vuillemin a constaté également, dans le *Sporotrichum Beurmanni*, des formes corémiales, mais n'a pas trouvé de véritables sclérotes. Le Champignon conserve ses caractères dans tous les milieux solides. Dans les milieux liquides (moût de bière par exemple), le Champignon produit au bout de quelques jours un voile très épais qui couvre toute la surface du liquide ; il donne, en même temps, un dépôt abondant au fond du tube. La couleur de la partie aérienne du voile est noire, tandis que la partie immergée ainsi que le dépôt offrent une teinte verdâtre. L'examen microscopique permet de constater que les parties immergées sont constituées surtout par des cellules-levures et quelques rares filaments, tandis que la partie aérienne du voile présente à peu près autant de filaments que de levures.

Germination des corps reproducteurs. — Si on prend de petites parcelles d'une culture âgée de un à deux mois et qu'on les place à la surface de milieux nutritifs solides (gélose sucrée par exemple), soit en tube Roux, soit en cellules Van Tieghem, on constate le phénomène suivant : les filaments minces de formes corémiales se séparent légèrement et donnent naissance, sur différents points de leur longueur, à des cellules levures, disposées en chaînettes, bourgeonnantes et qui, une fois détachées, bourgeonnent en levures.

Quant aux levures de la culture précédente, elles se gonflent légèrement et germent en donnant naissance soit à un ou plusieurs filaments moniliformes, dont les cellules bourgeonnent en levures, soit à un ou plusieurs filaments minces,

qui se ramifient. L'observation du développement de ce Champignon ne montre donc pas les caractères du genre *Rhinocladium*, caractérisé par la production à l'extrémité ou sur les parties latérales des filaments de conidies suspendues au-dessus d'un stérigmate qui reste attaché au filament en forme de denticules après la chute de la conidie.

Par sa végétation, à la fois sous forme de levures et sous forme de filaments, par la couleur fuligineuse de sa culture, ce Champignon doit être rapporté au genre *Dematium* sous le nom de *Dematium Gougeroti*.

Aspect macroscopique de la culture. — La culture évolue très rapidement dans n'importe quel milieu ; elle présente un aspect lisse, visqueux, constitué d'un grand nombre de grains, visibles à l'œil nu. Ces grains ont la grosseur d'une tête d'épingle, quelquefois même plus, et sont unis entre eux par une partie membraneuse et mince.

Très souvent, ces grains se rassemblent et constituent des masses plus grosses qui évoluent en hauteur sur la surface du milieu, en formant ainsi de véritables bosselures. Ces bosselures, plus ou moins grandes et constituées principalement par l'assemblage de ces grains, peuvent se détacher facilement à l'aide de l'aiguille de platine. Leur face en contact avec le substratum est légèrement concave, tandis que la face tournée vers l'extérieur est convexe. Ces grains sont très durs et peuvent être coupés au rasoir ; leur coupe, examinée au microscope, montre qu'ils sont constitués par des formes corémiales entremêlées à un certain nombre de formes-levures. Ces bosselures ne s'observent pas dans toutes les cultures, mais seulement dans quelques-unes. Elles peuvent mesurer $0^{cm},5$ à 2 centimètres de long sur $0^{cm},5$ à 1 centimètre de large. Sur la surface de ces bosselures, on observe quelques duvets blanchâtres. La culture présente pendant toute son évolution une teinte noir goudronné, sauf sur la périphérie, où on observe une sorte de duvet blanc très court, de teinte grisâtre.

Observations cytologiques.

L'observation d'une culture de vingt-quatre heures montre dans les levures un protoplasme homogène au milieu duquel se trouve un gros globule d'huile. Les vacuoles sont peu visibles. Dans la culture âgée, les globules d'huile se multiplient et remplissent les deux tiers de la cellule-levure. Dans les filaments, ces globules se succèdent presque régulièrement sur toute la longueur du filament, dont ils occupent le calibre tout entier.

Les colorations vitales au rouge neutre ou au bleus de crésyl ou de Nil colorent ces vacuoles d'une manière diffuse et font apparaître en leur sein des corpuscules métachromatiques arrondis et de dimensions très variables. Dans les filaments, les vacuoles sont disposées régulièrement au sein du cytoplasme. Dans les levures, on en trouve de une à trois.

Dans les cellules âgées, les vacuoles sont beaucoup plus grosses et se colorent par le rouge neutre d'une façon diffuse en rose pâle.

Les vert-Janus, le violet de Dahlia ne nous ont pas réussi pour la coloration du chondriome.

Si on place le mycélium très jeune dans une solution iodo-iodurée, on ne trouve pas de glycogène ; par contre, le glycogène apparaît dans les cellules-levures. On l'observe, mais très rarement, dans les filaments d'une culture âgée de dix jours environ, sous forme d'îlots colorés en brun-acajou.

Après fixation au formol, suivie de coloration à l'hématoxyline ferrique, le noyau apparaît aussi bien dans les filaments que dans les levures, sous la forme d'une petite vésicule hyaline, dans laquelle on distingue un gros nucléole fortement coloré. On observe également, dans certains cas, des noyaux en forme d'haltères, correspondant à des stades de division. La coloration à l'hémalun ou à l'hématoxyline de Delafield permet de différencier souvent le réseau chromatique et la membrane nucléaire. Elle met également en évidence dans les vacuoles des corpuscules de métachromatine colorés en rouge vineux.

Les levures renferment un seul noyau, qui se divise pen-

dant le bourgeonnement, comme dans les levures typiques par amitose ; il s'allonge, envoie l'une de ses extrémités dans le bourgeon, puis se coupe au niveau du col, reliant la cellule-mère au bourgeon, de manière à former deux noyaux, l'un dans la cellule-mère, l'autre dans le bourgeon.

Les articles des filaments renferment également un seul noyau ; cependant, dans les extrémités, on observe fréquemment plusieurs noyaux, de un à quatre.

Le chondriome, après fixation au formol et coloration à l'hématoxyline, apparaît sous forme de mitochondries granuleuses et de longs chondriocontes. On l'observe assez bien dans les cellules-levures allongées, moins distinctement dans les cellules-levures courtes.

La structure des formes-levures est la même que celle mise en évidence dans les véritables levures par Guilliermond. Cet auteur a décrit, en effet, un noyau unique par cellule, des vacuoles à corpuscules métachromatiques et un chondriome correspondant aux formations confuses décrites par les auteurs, notamment par Pénau, sous le nom de formations basophiles.

Aleuriosporées. — Genre **Aleurisma** Link, 1809.

Le genre *Aleurisma*, créé par Link avec d'autres genres décrits par Chevallier ou par Vuillemin, appartient aux Aleuriosporées, dont Vuillemin donne la description dans le *Bulletin de la Société des sciences de Nancy* (série III, t. XI, p. 129-172, 1910). Ce dernier auteur a précisé les caractères de l'*Aleurisma flavissimum* Link (1815), qu'il a obtenu en 1903, sur des crottes de Rats. C'est à l'obligeance également de cet éminent savant que nous devons la détermination de l'espèce que nous allons exposer par la suite et sous le nom d'*Aleurisma lugdunense* qu'il propose (*in litteris*, 1924).

Vuillemin, qui a fondé le groupe des Aleuriosporées et la famille des Aleurismacées, rapproche également notre Champignon parasite d'un autre Dermatophyte décrit par

les Drs Désir de Fortunet et Courmont sous le nom d'*Achorion Arloingi*. Ces auteurs, dont le premier était chef de clinique de dermatologie de l'hôpital de l'Antiquaille de Lyon, ont ensemencé sur gélatine, dans le laboratoire du professeur Arloing, le liquide des petites vésicules que portait une malade, sur le bord d'une lésion érythémato-squameuse de la main gauche. Cette lésion évoluait comme une épidermophytie et sa nature mycosique a été prouvée par l'apparition, au niveau des tubes ensemencés, d'une culture luxuriante d'un Dermatophyte qu'a décrit par la suite Busquet.

Désir de Fortunet et Courmont ont donné une description clinique de cette Épidermophytie dans le *Lyon médical* (octobre 1889) et dans les *Annales de dermatologie* (1890). On doit, d'autre part, à Busquet une monographie du parasite dans les *Annales de micrographie* (1890, p. 9-21, 63-126).

Dans cet exposé, l'auteur décrit d'une façon très détaillée l'évolution du Champignon parasite en différents milieux : il a obtenu des cultures rouges dont la teinte était parfois rouge-carmin pour la partie aérienne de culture, tandis que la partie immergée, en milieu liquide, paraissait teinte en vert.

L'appareil végétatif était constitué par des filaments d'une grosseur inégale et cloisonnés en articles, dont la longueur variait suivant l'âge des filaments. Les articles plus âgés étaient plus courts, tandis que les articles jeunes paraissaient beaucoup plus longs relativement au diamètre.

Busquet décrit des corps reproducteurs sous le nom de formes globulo-filamenteuses et qui semblent correspondre à des chlamydospores. Il signale, en outre, des formes conidiennes en massues qui se segmentent et des filaments sporifères aériens qui, d'après le dessin donné par l'auteur, répondent aux aleuries de l'espèce que nous étudions nous-même.

L'espèce décrite par le Dr Busquet a été nommée *Achorion Arloingi*, et M. Vuillemin, ainsi qu'il nous l'a écrit, le place dans le genre *Aleurisma*. C'est à côté d'elle que doit être placée l'espèce que nous allons décrire sous le nom d'*Aleurisma lugdunense* Vuillemin.

Le caractère essentiel de ce genre *Aleurisma* repose sur ses spores, qui ne sont pas de véritables conidies, bien que leur régularité en impose parfois à un examen superficiel. Ces spores sont soit terminales, soit latérales, soit intercalaires et ne sont originellement pas distinctes du thalle ; elles ne sont pas portées par un conidiophore ; leur libération n'est d'ailleurs assurée que par la mort des filaments qui les portent et qu'elles épuisent. Elles ont la signification morphologique des chlamydospores, tout en ayant souvent une apparence de conidies.

C'est exactement à cette définition donnée des aleuries par Vuillemin que correspondent les corps propagateurs de l'espèce que nous allons décrire.

Ce Champignon fut extrait d'une lésion érythémato-squameuse qui a évolué au niveau du genou (face intérieure d'un malade portant un appareil de prothèse). Les squames prélevées par notre ami le Dr Massia et semées dans le milieu glycosé de Sabouraud ont donné le Champignon parasite que nous allons décrire.

Aleurisma Lugdunense Vuillemin (*in litteris*, 1924) (Pl. XX).

Caractères morphologiques de la culture-mère. — Dans une jeune culture, le mycélium se montre constitué par des filaments minces, cloisonnés en articles plus ou moins allongés, et d'un calibre très souvent égal, rarement inégal ou bosselé. Il n'est pas rare de rencontrer cependant des articles en forme en raquette, mais beaucoup plus minces que ceux observés dans d'autres Dermatophytes. Ceci, ajouté à d'autres observations que nous avons faites sur les Dermatophytes, montre donc que, contrairement à l'opinion soutenue par un certain nombre d'auteurs, les cellules en raquette ne sont nullement caractéristiques du groupe des *Microsporon*. Les cellules en raquette de cette espèce constituent les éléments les plus gros et donnent naissance à un grand nombre de rameaux, qui se présentent sous forme de filaments minces à calibre égal. Les branches ainsi formées

continuent à se ramifier, produisant de très fins rameaux, qui se terminent en pointe et qui portent les corps reproducteurs; ceux-ci, observés très jeunes, ont tout à fait l'apparence de conidies. Quand la culture vieillit, les articles ont une tendance à se détacher et subissent une dégénérescence graisseuse. Les filaments qui portent les aleuries se vident par suite de l'épuisement de leur cytoplasme par ces dernières.

Appareil propagateur. — Les corps propagateurs apparaissent dans les cultures au bout de trois jours, sous la forme de petits bourgeons qui grossissent peu à peu. Ils sont très nombreux et présentent, quand ils sont encore jeunes, une certaine ressemblance avec les conidies du genre *Rhinocladium*. Ils sont portés au début par des pédicules plus ou moins longs, par l'intermédiaire desquels ils sont attachés au filament qui leur a donné naissance (Pl. XX, fig. 3 et 4). Mais, à mesure que ces spores évoluent et qu'elles prennent leur forme parfaite, le cytoplasme des filaments qui les portent émigre dans leur intérieur, et, quand les spores sont mûres, elles se détachent, tandis que les filaments qui les portent ont complètement vidé leur cytoplasme. Leur détachement coïncide, en somme, à la destruction des filaments qui les portent ; ce mode de formation de ces corps propagateurs nous oblige à distinguer ceux-ci des véritables conidies et à les assimiler à des aleuries.

Ces aleuries naissent soit isolément portées par un pédicule, ainsi que nous l'avons dit plus haut, soit au nombre de deux, trois ou plus, à la fois, portées par autant de petits pédicules, lesquels à leur tour sont attachés à un seul pédicule. Dans d'autres cas, ces aleuries forment de véritables chaînes et sont reliées entre elles par de courtes portions de filaments ; à mesure que ces chaînes très minces se développent, tout le cytoplasme se concentre au niveau des aleuries, dont le nombre peut varier de cinq à quinze. Une fois mûres, ces aleuries s'isolent, tandis que les segments intercalaires, qui les réunissaient, vidés de leur cytoplasme, se détruisent. Ces aleuries mesurent environ 3 à 4 μ de long sur 2-2,5 μ de large.

En dehors de ces corps reproducteurs, qui sont les plus

caractéristiques de l'espèce, on observe également quelques rares grosses chlamydospores, qui résultent de la concentration du cytoplasme dans des cellules en formes de raquettes. Ces chlamydospores peuvent mesurer jusqu'à 5-6 μ environ et sont d'une forme plus ou moins arrondie : elles contiennent du glycogène, tandis que les aleuries en sont totalement privées.

Germination des aleuries. — Les aleuries prélevées d'une culture âgée et placées dans un nouveau milieu se gonflent jusqu'à doubler leur volume, puis germent soit isolément, soit après s'être fusionnées deux ou trois ensemble. Dans le cas où elles germent isolément, elles sont globuleuses, tandis qu'en cas de fusion elles présentent deux ou trois renflements correspondant à chacune des aleuries fusionnées. Quelle que soit leur forme, elles émettent un ou plusieurs tubes germinatifs ; on compte jusqu'à quatre tubes germinatifs.

Cette germination s'effectue dans n'importe quel milieu, au bout de vingt-quatre heures, pour le plus grand nombre des aleuries semées.

Les grosses chlamydospores, placées également dans un nouveau milieu, se gonflent jusqu'au point de doubler leurs dimensions et germent soit isolément, soit en se fusionnant par deux et en émettant plusieurs tubes germinatifs, dont le nombre varie de trois à cinq. Néanmoins ces chlamydospores sont très rares, et l'espèce se propage surtout au moyen des aleuries qui couvrent totalement les cultures de l'espèce, au bout de trente jours d'évolution en milieu artificiel.

Aspect macroscopique de la culture. — Nous avons obtenu des cultures en différents milieux. Sur milieu d'épreuve Sabouraud, la culture prend un aspect lisse, couleur café au lait et, au bout de quinze jours, s'étend sur une surface dont le diamètre peut varier de quelques centimètres et quelquefois arrive à couvrir toute la surface du milieu nutritif du tube à essai. L'aspect lisse qu'elle présente au début est d'une durée très courte, et la culture prend rapidement l'ap-

parence d'une poudre farineuse et blanche. Cependant, dans certains milieux (gélose de Gorodkowa et milieu d'épreuve de Sabouraud, milieux privés d'hydrates de carbone), l'aspect lisse est conservé beaucoup plus longtemps; dans ces milieux, la culture ne prend la couleur blanche que beaucoup plus tard et, dans certains cas, par endroits seulement.

Observations cytologiques.

Appareil végétatif. — Observés sur le vivant, les filaments jeunes offrent un cytoplasme dense et homogène. Celui-ci se remplit rapidement d'un grand nombre de granulations réfringentes ; d'abord très petites, ces granulations grossissent peu à peu, pour former de gros corpuscules. Ces granulations sont osmioréductrices et présentent les caractères des graisses (Pl. XXV, fig. 12 à 13). Par le réactif iodo-ioduré, on relève la présence dans le cytoplasme d'îlots de glycogène, surtout localisés dans les parties renflées du mycélium (cellules en raquette) (Pl. XXVII, fig. 14). Ceux-ci peuvent s'étendre et parfois remplir toute la cellule, ou bien, ce qui est le cas le plus fréquent, conserver leur aspect primitif. Néanmoins on n'observe le glycogène que dans les gros articles ; au niveau des filaments minces, il fait totalement défaut. Les aleuries sont également privées de glycogène.

Le système vacuolaire est représenté par de minuscules vacuoles qui grossissent peu à peu et se fusionnent entre elles. pour constituer d'énormes vacuoles qui envahissent presque tout le cytoplasme. Si on traite les vacuoles par les colorants, on constate que les plus petites montrent dans leur intérieur quelques minuscules corpuscules fortement colorés, animés de mouvements browniens, résultant d'une précipitation de la métachromatine. Au contraire, les vacuoles plus grosses se colorent généralement d'une manière diffuse, sans montrer de corpuscules métachromatiques (Pl. XXV, fig. 18).

Dans les préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique, on observe le plus souvent un seul noyau par cellule (Pl. XXIII, fig. 1 et 6), sauf dans les extrémités des filaments en voie de croissance, qui sont occupées

par un article très allongé, ainsi que dans certaines cellules en raquette, où l'on peut rencontrer jusqu'à 3 ou 4 noyaux. Les noyaux présentent souvent dans les extrémités des filaments en voie de croissance des formes en haltères, qui paraissent témoigner d'une division directe. Ces noyaux sont formés par un nucléoplasme hyalin, avec au centre un gros nucléole coloré en noir foncé. Pendant la formation des aleuries, on constate souvent que le noyau s'allonge et introduit l'une de ses extrémités dans la jeune spore, puis il s'amincit dans le col du bourgeon et se coupe en deux noyaux, dont l'un se trouve situé dans l'aleurie. On observe, dans les jeunes filaments en voie de croissance, un très grand nombre de chondriocontes. Ces filaments sont moins nombreux dans les parties plus âgées du mycélium.

Corps propagateurs. — Les aleuries observées vitalement montrent, à leur origine, un cytoplasme dense et homogène, dans l'intérieur duquel apparaissent bientôt une ou deux petites vacuoles, qu'on colore facilement d'une façon diffuse par les colorants vitaux. Ces vacuoles grossissent peu à peu et finissent par occuper la majeure partie de l'aleurie, le cytoplasme se réduisant à de simples brides séparant ces vacuoles.

On observe également parfois, dans l'intérieur de ces aleuries, quelques granulations de nature graisseuse.

Le glycogène fait toujours défaut dans les aleuries, tandis qu'on l'observe dans les grosses chlamydospores.

Pendant la germination, le noyau peut être facilement observé sur des préparations fixées au formol et colorées à l'hématoxyline ferrique (Pl. XXIII, fig. 1 et 6) ; il se présente avec le même aspect que dans le mycélium. Chaque aleurie en renferme un seul, sauf dans le cas où les aleuries se sont fusionnées en une seule cellule. Par la suite, les noyaux grossissent, s'allongent, puis ils se divisent et émigrent dans le tube germinatif.

On observe dans les aleuries un chondriome sous la forme de bâtonnets, d'abord agglomérés autour du noyau. Ceux-ci, ensuite, se disséminent dans le cytoplasme et émigrent dans le tube germinatif, en suivant les noyaux ; là, ils prennent l'aspect de chondriocontes. Les chlamydospores, cytologiquement, sont similaires à celles des espèces précédentes.

CHAPITRE III

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS

Après l'étude morphologique et cytologique que nous venons de faire d'un certain nombre de Champignons parasites, il nous reste à résumer nos observations et à en dégager les résultats les plus importants, au point de vue morphologique, taxinomique et médical.

Nous ferons remarquer qu'il résulte de nos recherches que l'étude des Dermatophytes, qui ont été plus particulièrement l'objet de notre travail, doit être envisagée autrement qu'on ne l'a fait jusqu'ici. Ces Champignons sont représentés en effet, pour la plupart, par des espèces extrêmement voisines qu'il est assez malaisé de distinguer. Ils présentent, en outre, une particularité qui complique énormément leur étude : ils subissent, après un certain nombre de générations successives en cultures artificielles, des modifications très appréciables dans leur morphologie, qui consistent en une sorte de dégradation et de simplification de leurs organes reproducteurs, aboutissant souvent à la longue à la stérilité. C'est le phénomène qui a été mis en évidence pour la première fois par les belles recherches de Sabouraud et désigné par ce savant sous le nom de *pléomorphisme*. Ce pléomorphisme complique beaucoup l'étude de ces Dermatophytes en modifiant les caractères morphologiques des espèces au cours des réensemencements successifs, au point que les cultures provenant d'une longue série de générations en milieu artificiel ne ressemblent en rien aux cultures initiales obtenues à partir du Champignon extrait de la lésion. De plus, les Dermatophytes, qui sont constitués par des espèces très voisines et se distinguent difficilement dans les premières cultures, deviennent encore beaucoup plus difficiles à caractériser, à la suite du pléomorphisme

qui tend à uniformiser leurs caractères morphologiques. Leur identification est donc d'une extrême complexité, ce qui explique pourquoi, jusqu'ici, aucune classification botanique n'a été faite de ces Champignons.

Leur séparation en genres *Trichophyton*, *Microsporon*, *Achorion*, *Epidermophyton*, *Endodermophyton*, n'est nullement basée sur des caractères morphologiques, mais uniquement sur la nature des lésions qu'ils déterminent. Ces genres n'ont donc aucune signification botanique : ils séparent arbitrairement des espèces très voisines et rapprochent des espèces nettement distinctes. La classification de ces Champignons est donc à reviser. Le tort des nombreux auteurs qui ont abordé cette question a été d'attacher une trop grande importance à des caractères secondaires du mycélium et de ne pas tenir suffisamment compte des modifications des organes reproducteurs apportées par le pléomorphisme. Aussi, pour mettre un peu plus de clarté sur cette question si embrouillée et pour essayer d'établir une classification de ces Champignons reposant sur des données botaniques, nous nous sommes attachés pour chaque espèce à commencer par l'étude des caractères de ce que nous appelons la culture-mère, c'est-à-dire de la culture faite à partir du Champignon isolé de la lésion, et de suivre ensuite d'une manière aussi précise que possible les diverses phases de son pléomorphisme dans diverses conditions de culture.

Nous avons recherché un appui dans l'étude cytologique de ces Champignons qui n'avait pas été abordée jusqu'ici, et qui nous a facilité l'interprétation de certaines phases de leur évolution. Enfin, pour caractériser les espèces, nous nous sommes efforcés de ne tenir compte que des caractères morphologiques de la culture-mère, en éliminant les caractères dus au pléomorphisme, c'est-à-dire les caractères régressifs des espèces.

Pléomorphisme et polymorphisme.

Avant de passer en revue les résultats de nos recherches, il y a lieu d'abord de définir ici ce qu'on entend par *pléomor-*

phisme et de distinguer ce phénomène de polymorphisme.

On dit que les Champignons sont polymorphes, parce qu'ils offrent dans leur développement des formes de reproduction très diverses : un Ascomycète, par exemple, possède une forme conidienne et une forme périthèce, nécessaires pour l'accomplissement de son développement complet. Ces deux formes sont sous la dépendance du milieu. L'une d'elles peut apparaître à l'exclusion de l'autre, selon certaines influences extérieures, et ce n'est que dans certaines conditions que le Champignon parcourt son développement complet dans une même culture. En outre, la forme conidienne des Ascomycètes est susceptible de subir, sous l'influence du milieu (conditions physiques ou constitution chimique du milieu de culture) des modifications de forme très appréciables. Les Champignons, comme les Bactéries, sont très plastiques et modifient facilement leur forme, selon les conditions. Ceci est encore du polymorphisme. Il serait trop long de résumer tous les travaux qui ont été faits sur le polymorphisme des Champignons; bornons-nous à renvoyer à Laurent, Ray, Beauverie, etc.

Sabouraud distingue au contraire ce qu'il nomme pléomorphisme du polymorphisme tel qu'on l'entend ordinairement. Il désigne sous le nom de pléomorphisme les modifications morphologiques que subissent à la longue les Dermatophytes, lorsqu'ils sont cultivés en culture artificielle. c'est-à-dire à la suite d'une longue adaptation à la vie saprophytique ; ces phénomènes se traduisent à la fois par des modifications morphologiques et des changements de l'aspect cultural. Les Champignons modifient leurs organes de reproduction, cessent de produire des fuseaux ou même, à la longue, les autres corps reproducteurs, tandis qu'en même temps les filaments qui constituent leur mycélium ont une tendance très accentuée à prendre l'aspect de filaments minces et finalement stériles. Enfin la colonie géante, d'abord glabre, acquiert un duvet blanc dit pléomorphique. Il s'agit donc là de phénomènes très particuliers, consistant en une sorte de dégradation des Champignons adaptés à une longue vie parasitaire et qui se trouvent brusquement obligés de

vivre en saprophyte. Ils peuvent s'expliquer par le fait que ces Champignons, ne rencontrant pas dans le milieu qui leur est offert des conditions satisfaisantes, dégénèrent peu à peu. Cette dégradation apparaît dans un temps plus ou moins long et peut même se produire dans certains cas dès la culture-mère.

Ainsi, tandis que le polymorphisme est un phénomène très général chez les Champignons, le pléomorphisme semble spécial aux Dermatophytes. Des phénomènes assez comparables s'observent cependant dans d'autres Champignons, mais à un degré beaucoup moins accusé. C'est ainsi, par exemple, que l'on sait que les levures cultivées longtemps dans certains milieux (gélatine ou gélose nutritives) perdent peu à peu le pouvoir de former des spores et ne le recouvrent jamais ensuite, dans quelque condition qu'on les place. On a observé aussi dans les levures des modifications de la sexualité se produisant à la longue dans les cultures, par exemple une tendance à la perte de la sexualité. Peut-être peut-on rapprocher de ce phénomène de pléomorphisme l'affaiblissement et la perte de la virulence que subissent à la longue les Bactéries dans certaines conditions de cultures. Mais nulle part ailleurs que dans les Dermatophytes on observe d'une manière aussi caractéristique ce phénomène de rétrogradation.

C'est à ces phénomènes très spéciaux qu'il convient de réserver le terme de pléomorphisme, tout en faisant remarquer qu'en fin de compte le pléomorphisme n'est qu'une modification du Champignon sous l'influence du milieu et, par conséquent, n'est qu'un cas spécial du polymorphisme.

Caractères morphologiques et développement des espèces étudiées.

Premier groupe des dermatophytes des Teignes. — Si on examine au microscope, au bout de quelques jours, une culture de *Microsporon lanosum* ensemencée à partir de la lésion, on constate, comme nous l'avons vu, un grand nombre de fuseaux pluriseptés. Si on laisse vieillir la culture et qu'on

l'examine un à deux mois après, on ne trouve plus que des fuseaux entremêlés à quelques filaments peu nombreux. Ces fuseaux, qu'on rencontre dans un certain nombre d'espèces, constituent les seuls organes reproducteurs de celles-ci dans les cultures-mères. On peut donc se servir de ces corps reproducteurs pour caractériser un premier groupe de Dermatophytes.

Il est vrai qu'un grand nombre de Dermatophytes présentent des fuseaux, mais nous ne parlons ici que de ceux qui forment une suffisante quantité de fuseaux pour que, dans les cultures plus ou moins âgées, on ne trouve que ces éléments, c'est-à-dire de ceux dont les fuseaux, pour employer l'expression des auteurs, couvrent complètement le champ microscopique dans une culture âgée.

Nous laisserons donc de côté tous les autres Dermatophytes qui ne présentent que quelques rares fuseaux, qui d'ailleurs cessent très rapidement de se reproduire, à mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements.

Parmi les espèces rentrant dans ce premier cas, c'est-à-dire présentant un grand nombre de fuseaux, et qui ont fait l'objet de nos recherches, il faut citer : *Microsporon lanosum*, *Microsporon felineum*, *Microsporon pubescens*, *Microsporon fulvum*, *Achorion gypseum*, *Epidermophyton inguinale*.

Dans l'étude que nous avons faite des Champignons de ce premier groupe, nous avons été amenés à distinguer les caractères des cultures-mères, que nous considérons comme les caractères de l'espèce adaptée au parasitisme, et les caractères nouveaux que l'on observe à mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements et qui semblent représenter les caractères acquis par la vie saprophytique. Ces derniers caractères constituent ce que Sabouraud appelle le pléomorphisme. Nous avons montré également que l'on pouvait distinguer, au cours des ensemencements successifs, cinq phases évolutives : la première correspond à la culture-mère, qui conserve encore les caractères que nous appelons héréditaires, et les quatre autres sont les étapes successives du pléomorphisme ou dégradation des caractères de la culture-mère.

Première phase. — Lorsqu'on ensemence les squames ou les cheveux d'un malade atteint d'une tondante en milieu solide et surtout glycosé et qu'on observe cette culture quelques jours après, on constate un mycélium formé par des filaments à articles en raquette et des filaments larges à protoplasme dense. Sur les côtés ou aux extrémités de ces filaments se produisent des fuseaux qui, au début, se présentent comme des cellules allongées, qui peu à peu prennent l'aspect fuselé, se cloisonnent et se détachent, constituant ces fuseaux à paroi épaisse et couverte dans la plupart des cas d'aspérités. Ce sont les fuseaux que nous considérons comme les éléments caractéristiques du Champignon.

Ces caractères sont absolument généraux pour tous les Dermatophytes de ce premier groupe (*Microsporon lanosum*, *M. felineum*, *M. pubescens*, *M. fulvum*, *Achorion gypseum*, *Epidermophyton inguinale*).

Il existe entre les fuseaux qui sont les corps reproducteurs des espèces de ce premier groupe, ainsi que dans les caractères des colonies géantes, des différences qui permettent de distinguer des espèces.

Dans les espèces *Microsporon lanosum*, *M. felineum* et *M. pubescens*, les fuseaux ont une longueur de 45 à 75 μ et une largeur de 15 à 25. Elles offrent un nombre de loges variant de 8 à 12. Les loges sont deux fois plus larges que longues. La paroi externe du fuseau est très épaisse et couverte de longues aspérités dans les cultures très âgées. Il suffit de voir une seule fois les fuseaux de ces espèces pour pouvoir les reconnaître immédiatement.

Dans *Microsporon fulvum* et *Achorion gypseum*, la longueur des fuseaux est de 30 à 45 μ, et la largeur de 8 à 12 μ ; le nombre de loges varie de 4 à 6 ; les loges sont tonnelées et quadrangulaires. La paroi est plutôt mince, et les aspérités qu'on observe vers les extrémités des fuseaux sont très courtes ou souvent inexistantes. Les deux extrémités de ces fuseaux sont également plus obtuses que dans les fuseaux du type *M. lanosum* précédemment décrit.

Dans l'*Epidermophyton inguinale*, les fuseaux ont 20 à 35 μ de long sur 5 à 8 de large. Les loges, au nombre de

trois à cinq, sont plutôt allongées, deux fois plus longues que larges, mais souvent aussi sont globuleuses. La paroi externe du fuseau est très mince et ne présente pas d'aspérités. On voit donc qu'au point de vue de leurs fuseaux les espèces *Microsporon lanosum*, *felineum* et *pubescens* peuvent être considérées comme très voisines ; de même il existe des rapports intimes entre *M. fulvum* et *Ach. gypseum*. L'*Epidermophyton inguinale* s'écarte, au contraire, de toutes les espèces précédentes.

L'aspect macroscopique des colonies géantes nous a permis de confirmer ce rapprochement.

M. lanosum, *felineum* et *pubescens* offrent une culture-mère d'un aspect blanc poudreux vers le centre, quelquefois légèrement jaunâtre, la teinte paraissant dépendre, dans beaucoup de cas, de la composition du milieu (hydrate de carbone employé). La colonie est couverte d'un duvet blanc pléomorphique, qui apparaît assez rapidement et par la suite devient très abondant.

M. fulvum et *Ach. gypseum* ont une colonie géante d'un aspect poudreux, couleur jaune-soufre, qui est plus ou moins foncée et qui s'éclaircit à mesure que la culture se dégrade. Dans les milieux sans glucose, sa teinte devient rose. La production du duvet blanc pléomorphique apparaît tardivement, au début sous la forme de petites touffes disséminées sur la surface poudreuse, dont les dimensions augmentent à mesure que la culture se dégrade, de sorte que, dans la culture plusieurs fois ensemencée, on distingue une couche poudreuse jaunâtre, profonde et une couche de duvet blanc pléomorphique très abondante, qui couvre la première couche poudreuse.

La colonie géante de l'*Epidermophyton inguinale* est tout à fait caractéristique, sans aucun rapport avec les précédentes. Le duvet blanc pléomorphique se produit très lentement, reste extrêmement court, et la culture forme une poudre très fine, très adhérente au milieu, que l'on détache difficilement : c'est le carton poudreux de Sabouraud. Sa couleur varie du blanc au jaune et parfois devient nettement soufrée.

Nous n'attachons qu'une importance secondaire aux an-

fractuosités produites sur les colonies géantes, puisqu'elles se modifient beaucoup selon le milieu et l'âge des cultures.

Deuxième phase (ou première phase de dégradation). — En faisant subir aux cultures plusieurs ensemencements, on constate qu'à partir d'un certain moment, plus ou moins rapide selon les espèces, des modifications se produisent qui constituent la première phase du pléomorphisme.

Pendant cette première phase de dégradation, les articles en raquette, qui sont les parties les plus vivaces et, pour certaines espèces, les plus caractéristiques du mycélium de la culture-mère, commencent à se transformer en filaments larges et d'une épaisseur plus ou moins égale ; les filaments larges également vivaces qu'on observe dans la culture-mère s'amincissent et se présentent sous l'aspect de filaments minces à articles plutôt longs et d'une épaisseur égale. On assiste à la production de nombreux fuseaux, aux dépens des filaments larges qui persistent en très grand nombre, mais beaucoup de ces fuseaux se dégradent et on en trouve qui ont un nombre de loges inférieur à celui qu'ils présentaient pendant la première phase ; on en observe même qui n'ont qu'une seule loge. Nous avons décrit cette phase ailleurs comme phase de dégradation des fuseaux, à cause justement de ces modifications des corps reproducteurs.

Les fuseaux apparaissent ainsi avec un nombre de loges inférieur à celui qui caractérise l'espèce. Ainsi, les *M. lanosum*, *felineum*, *pubescens* offrent beaucoup de fuseaux dont le nombre de loges varie de un à dix. La dégradation des fuseaux de cette espèce se produit à partir du sixième au douzième mois de son évolution et à la suite d'un certain nombre d'ensemencements.

Les *M. fulvum* et *Ach. gypseum* se dégradent beaucoup plus lentement (deux à trois ans) et donnent des fuseaux dégradés de une à quatre loges, au lieu de quatre à six loges qu'ils présentent ordinairement. Mais, du fait que cette dégradation est lente dans les cultures même dégradées, on observe un grand nombre de fuseaux parfaits, mélangés aux fuseaux dégradés.

L'*Epidermophyton inguinale* se dégrade également difficile-

ment et après un certain nombre d'ensemencements ; les fuseaux dégradés présentent un nombre de loges qui varie de un à trois. Il est à remarquer cependant que la forme des loges et la dimension des fuseaux conservent, dans une certaine mesure, les caractères que nous avons exposés plus haut. SABOURAUD, dans les pages 655, 679, 683, etc., de son livre représente des aspects très caractéristiques de cette dégradation des fuseaux.

Troisième phase (*ou deuxième phase de dégradation*). — Nous avons appelé cette troisième phase stade de chlamydosporisation. Dans celle-ci, les fuseaux, beaucoup plus dégradés, apparaissent, pour le plus grand nombre d'entre eux, avec une seule loge et présentent en somme l'aspect de simples grosses chlamydospores. On ne trouve que rarement des fuseaux à plusieurs loges, mais cela diffère selon que les espèces se dégradent plus ou moins rapidement.

Les filaments larges, qui étaient très nombreux au stade précédent, n'arrivent plus à se transformer en fuseaux complets, mais se divisent en un certain nombre de loges qui constituent, en se séparant, autant de chlamydospores. Dans certains cas, les filaments larges poussent sur leur paroi de petites proéminences et produisent des formes fuselées qui évoluent soit en fuseaux imparfaits, soit en simples chlamydospores. Pendant cette phase de dégradation, le mycélium présente des aspects divers, que les auteurs ont décrits sous toutes sortes de noms. Ainsi SABOURAUD décrit dans *M. umbonatum*, comme appareil denticulé et pectiné (p. 672, fig. 368 de son livre des *Teignes*), des formes qui représentent des fuseaux altérés. Les chlamydospores ne sont pas seulement intercalaires, mais elles peuvent se développer aussi latéralement sous forme de filaments courts dont l'extrémité se renfle en chlamydospores. Ainsi s'expliquent les aspects décrits par les auteurs sous le nom de clous faviques. Dans quelques cas, les filaments latéraux donnent naissance à deux chlamydospores globuleuses, rarement trois ; ils n'acquièrent que très rarement la forme fuselée. On voit donc qu'en somme les fuseaux ne conservent que rarement leur forme parfaite ; un certain nombre d'entre eux se présentent avec un nombre de

loges inférieur au nombre caractéristique, mais la plus grande partie des cellules destinées à former des fuseaux s'arrêtent dans leur développement et prennent l'allure de chalmydospores.

Les *M. felineum*, *lanosum*, *pubescens*, après quelques mois de réensemencements, perdent presque totalement leurs fuseaux et présentent des stades nets de chlamydosporisation, ainsi que Sabouraud en figure dans son livre, dans le chapitre de mycologie, à propos du *M. lanosum*. Les *M. fulvum* et *Ach. gypseum* se dégradent beaucoup plus lentement et, en même temps qu'un grand nombre de chlamydospores, présentent un grand nombre de fuseaux dégradés ou parfaits. Il en est presque de même pour l'*Epidermophyton inguinale*, qui cependant subit une dégradation plus rapide.

Quatrième phase (ou troisième phase de dégradation). — Nous avons désigné cette phase sous le nom de phase d'*aleurisation*. Elle est caractérisée par le fait que les filaments larges se réduisent considérablement; ils s'amincissent à mesure qu'on pratique de nouveaux ensemencements : aussi les filaments minces deviennent beaucoup plus abondants et à la fin arrivent à prédominer. Les filaments minces présentent un protoplasme très vacuolisé. Quant aux articles en raquette, ils ont complètement disparu. Les fuseaux ont aussi complètement disparu, surtout dans les *M. lanosum*, *felineum* et *pubescens*, tandis qu'ils persistent en très petit nombre et avec des formes dégradées dans les *M. fulvum*, *Ach. gypseum* et *Epidermophyton inguinale*, où le pléomorphisme est beaucoup plus lent. En outre, on constate que quelques articles des filaments larges se transforment sur place en chlamydospores ; celles-ci sont toujours intercalaires et se produisent rarement sur les côtés latéraux des filaments.

Pendant cette phase où les fuseaux ont presque totalement disparu et où ne persistent qu'un certain nombre de chlamydospores surtout intercalaires, apparaît un phénomène nouveau, celui de la production d'une grande quantité de corps disséminateurs de formes diverses, rondes, ovales, cylindriques, tonnelées ou piriformes, et de dimension également très variable (en moyenne 2 à 5 μ de diamètre). Ces

éléments se forment aux dépens des filaments minces à contenu cytoplasmique vacuolisé et sont le plus souvent attachés directement sur les filaments qui leur ont donné naissance. Ils naissent par une sorte de condensation protoplasmique, par l'émigration, dans leur intérieur, de tout le protoplasme des filaments qui les portent, en sorte que ceux-ci apparaissent généralement complètement vides. Ces éléments sont donc comparables à des petites chlamydospores, comme l'ont soutenu Guéguen et Matruchot, et non à des conidies, comme l'admettent Sabouraud et d'autres auteurs. Ces chlamydospores diffèrent de celles précédemment décrites par leur petite taille. Quand elles se produisent en très grand nombre, elles donnent à la culture un aspect poudreux. Leur mode de production permet de les assimiler aux aleuries de Vuillemin. Leur quantité dépend de l'abondance du cytoplasme des filaments, aux dépens desquels elles se produisent. On comprend ainsi que leur mode de formation s'effectue d'une manière très variable.

Ainsi il peut arriver qu'une seule aleurie se forme à l'extrémité d'un filament très long ; dans d'autres cas, on assiste à la production de trois à cinq aleuries formées par une sorte de bourgeonnement latéral d'un filament mince, soit d'un côté, soit des deux côtés du filament, et l'on a ainsi l'aspect des hyphes sporifères décrites par Sabouraud. Souvent, ces aleuries se forment à la fois à l'extrémité des filaments et sur leurs deux côtés latéraux. Il peut arriver aussi que, une aleurie s'étant formée latéralement, une nouvelle prend naissance au-dessous d'elle, et ainsi de suite, déterminant la production d'un chapelet d'aleuries. Lorsque les aleuries sont placées sur un seul côté d'un filament, elles peuvent prendre l'aspect des hyphes pectinées.

Ces aleuries prennent naissance aussi parfois aux dépens des grosses chlamydospores provenant de la dégradation des fuseaux : elles se forment par une sorte de bourgeonnement latéral de celles-ci, accompagné de l'émigration de leur cytoplasme ; parfois le phénomène ne se produit qu'indirectement, les chlamydospores donnant des filaments minces qui ensuite se fragmentent en aleuries. Souvent enfin, ces

aleuries prennent naissance dans un filament par concentration du cytoplasme sur certains points, produisant ainsi des petites chlamydospores, qui se séparent par rupture du filament vidé qui leur a donné naissance. Les aleuries ainsi formées portent souvent, une fois isolées, des traces de la paroi du filament vidé dans lequel elles se sont produites, ce qui a fait rapprocher ces éléments, mais à tort, des endoconidies qui caractérisent le genre *Endoconidium*.

La production d'aleuries s'effectue aussi bien en milieu liquide qu'en milieu solide, et on peut même dire qu'en milieu liquide leur production est plus précoce, parce que les espèces se dégradent plus rapidement. Le phénomène de production d'aleuries est général, non seulement dans ce premier groupe de Dermatophytes, mais encore dans ceux que nous étudierons plus loin, et constitue le stade ultime du pléomorphisme de la plupart des Dermatophytes des Teignes.

Les figures 376, 492, 413, etc., du livre de Sabouraud, qui répondent à des espèces de notre groupe, correspondent à cette dernière phase de pléomorphisme.

Les aleuries germent en donnant plusieurs tubes germinatifs et parfois après s'être fusionnées au nombre de deux ou davantage.

Cinquième phase (ou quatrième phase de dégradation). — La quatrième et dernière phase de pléomorphisme ou stade de dégradation complète est caractérisée par le fait que le mycélium n'est plus constitué que par des filaments minces qui tendent à la stérilité. Les aleuries deviennent très rares à cause de la pauvreté en cytoplasme de ces filaments minces. On obtient ainsi la forme désignée par Bodin sous le nom de *Oospora* dans les *Microsporon* d'origine animale soumis à des réensemencements successifs, en présence d'une forte aération et à température élevée.

On voit donc que, dans ce premier groupe de Dermatophytes, il y a lieu de distinguer trois sortes de corps reproducteurs : 1° Les fuseaux ; 2° les chlamydospores ; 3° les aleuries. Les fuseaux sont les seuls corps reproducteurs de la culture-mère. Leur nombre diminue au fur et à mesure que les chlamydospores deviennent plus nombreuses et que les

aleuries apparaissent. Les chlamydospores, à leur tour, disparaissent et les aleuries très nombreuses finissent par prédominer ; enfin, le tout se termine par la réduction des aleuries et la tendance à la stérilité du mycélium. Les fuseaux, en très grand nombre dans les cultures-mères, persistent dans certains cas pendant longtemps. Ils ont des formes caractéristiques et ils sont pleins de glycogène. Ce sont eux que l'on doit prendre comme base pour la détermination des espèces qui doit reposer sur les caractères de la culture-mère. On voit, en effet, combien la détermination devient difficile dans les cultures pléomorphiques et à combien d'erreurs on peut être conduit, si on veut baser la détermination de l'espèce sur les cultures qui ont subi plusieurs ensemencements. Sabouraud, en examinant le *M. equinum* observé par Bodin, ne trouvait plus le grand nombre de fuseaux que, quelques mois avant, ce dernier auteur avait observés sur les cultures originelles. De même, le Dr Ota nous rapportait dernièrement qu'une espèce, récoltée en Allemagne et qui offrait beaucoup de fuseaux, s'en montrait complètement dépourvue quand, un peu plus tard, ramenée en France, elle fut étudiée par lui.

Par contre, nous pensons qu'il n'y a pas lieu d'attacher d'importance aux caractères du mycélium, telles les formes en raquette, car ce sont des formes que l'on rencontre dans d'autres Champignons très différents des Champignons des Teignes.

Deuxième groupe des Dermatophytes des Teignes. — Les Champignons de ce groupe présentent, dans la culture-mère, au bout de quelques jours, un petit nombre de fuseaux à un nombre variable de loges, quelques grosses chlamydospores et enfin, quand la culture vieillit, des aleuries. On voit donc que les Champignons de ce groupe offrent des caractères qui sont très semblables à ceux que présentent les Champignons du premier groupe à la deuxième phase de leur dégradation pléomorphique. Dans ce deuxième groupe, on peut ranger les *M. Audouini*, *A. Quinckeaneum*, *A. gallinæ*, *M. tardum*, *M. umbonatum*, *T. farinulentum*, *T. persicolor*, et dont

nous avons étudié un certain nombre. Les fuseaux de ces Champignons présentent souvent des caractères tout à fait semblables à ceux des fuseaux dégradés, au cours du pléomorphisme, des Champignons du premier groupe. C'est ainsi, par exemple, que les fuseaux du *M. Audouini* ressemblent à s'y méprendre aux fuseaux dégradés du *M. lanosum*. Les fuseaux le plus souvent dégradés, quelquefois parfaits, de l'*A. Quinckeaneum* et de l'*A. gallinæ* se confondent également avec les fuseaux du *M. fulvum* et de l'*A. gypseum*.

Ce qui est plus frappant encore, c'est qu'en dehors de ces ressemblances des fuseaux on constate que les colonies géantes du *M. Audouini*, dans certains cas, ressemblent aux colonies géantes pléomorphiques du *M. lanosum*. Elles présentent toutes les deux un très pauvre duvet blanc pléomorphique. Par contre, les colonies géantes des *A. Quinckeaneum* et *gallinæ* présentent un grand duvet blanc pléomorphique, comparable au duvet blanc pléomorphique très abondant qu'on a observé dans les cultures pléomorphiques de l'*A. gypseum* et *M. fulvum*. Il semble donc que les espèces de ce groupe présentent des formes très voisines de celles du groupe précédent, mais qu'elles s'en distinguent par le fait qu'elles subissent dès le début l'influence du milieu et se pléomorphisent dans la culture-mère elle-même. C'est la raison, d'ailleurs, pour laquelle leur culture évolue toujours avec un duvet blanc pléomorphique et ne présente pas l'aspect poudreux qu'on observe dans les Champignons du premier groupe, à cause de la présence d'une quantité énorme de fuseaux.

Il est aisé de comprendre que les Champignons de ce deuxième groupe, semblant se trouver à un stade de dégradation par rapport au premier groupe offrent, dès leur culture-mère, des chlamydospores dont le nombre est supérieur aux fuseaux et augmente avec les premiers nouveaux ensemencements pratiqués. Mais la présence de ces chlamydospores n'est pas longue et les aleuries, qui apparaissent dès la culture-mère, se substituent rapidement à elles. Le mycélium est constitué par un grand nombre de filaments larges, qui produisent un petit nombre de fuseaux et un grand nombre de chlamydospores, et par un grand nombre de filaments

minces qui donnent naissance aux aleuries et qui augmentent à mesure que la culture se pléomorphise, tandis que les filaments larges diminuent.

Certaines formations, comme les tortillons spiralés ou hyphes pectinées, décrites par certains auteurs, n'ont, à notre avis, qu'une importance secondaire et correspondent à des particularités du mycélium qu'on peut ne pas utiliser pour la distinction des espèces. Des formations semblables ont été retrouvées dans d'autres Mucédinées. Nous avons expliqué, d'ailleurs, comment les corps pectinés apparaissent aux stades de la chlamydosporisation ou de l'aleurisation.

Troisième groupe de Dermatophytes des Teignes. — Nous réunissons dans ce troisième groupe des Champignons Dermatophytes dont la culture-mère ne présente que des chlamydospores et des aleuries et ne montre jamais de fuseaux. On peut ranger dans ce groupe *T. crateriforme*, *T. granulosum*, *T. lacticolor*, *T. fumatum*, *T. cerebriforme*, *T. umbinicatum*, etc.

Les corps reproducteurs sont donc ici constitués par des chlamydospores et de nombreuses aleuries. Au cours de réensemencements successifs, les chlamydospores disparaissent après avoir persisté en très petit nombre, puis les aleuries également, et le Champignon finit par devenir stérile. Le mycélium du Champignon est constitué par quelques filaments épais et une prédominance des filaments minces.

La colonie géante devient rapidement pléomorphique, c'est-à-dire présente dès la culture-mère un duvet blanc pléomorphique. La coïncidence de ce pléomorphisme du mycélium et des corps reproducteurs avec la troisième phase de dégradation du premier groupe nous amène à penser que ces espèces très voisines représentent des formes assez semblables à celles des groupes précédents, mais se dégradant beaucoup plus sous l'influence du milieu artificiel.

Quatrième groupe de Dermatophytes des Teignes. — Nous plaçons dans ce quatrième groupe des Champignons

dont la culture-mère nous offre des aleuries et, par exception, quelques chlamydospores. C'est donc la présence presque exclusive d'un grand nombre d'aleuries qui permet la distinction des Champignons de ce groupe, dans la culture-mère. Leur colonie géante présente rapidement un duvet blanc pléomorphique.

Dans ce groupe nous rangeons les *T. acuminatum*, *effractum*, *plicatile*, *radians*, *denticulatum* et *rosaceum*.

Ce sont des Champignons sans doute voisins des précédents, mais qui semblent se pléomorphiser encore plus vite que les précédents et qui présentent l'allure de ceux-ci à la fin de leur pléomorphisme.

Groupe de Dermatophytes a vrilles ou spirales. — Ce groupe comprend deux types décrits par Sabouraud, *T. asteroides* et *T. radiolatum*.

Nous avons fait une étude détaillée, tant au point de vue morphologique que cytologique, de ces Champignons, qui sont constitués par des formes très voisines, qui ne diffèrent ni par leur mycélium ni par leurs corps reproducteurs.

Dans les cultures très jeunes, ces Champignons offrent un mycélium avec de larges filaments à protoplasme très dense. Les formes en raquette sont rares; les filaments minces sont très rares les premiers jours, mais, après un certain nombre d'ensemencements, ils deviennent un peu plus abondants et leur apparition coïncide avec la production d'un duvet blanc pléomorphique, qu'on observe au début, en forme de petites touffes situées vers le centre de la culture. A mesure qu'on pratique un plus grand nombre d'ensemencements, ce duvet blanc pléomorphique devient beaucoup plus abondant et arrive à couvrir totalement la surface de la couche poudreuse ou plâtreuse que ces Champignons offrent dès la culture-mère.

Ces Champignons produisent, dès les premiers jours, un petit nombre de fuseaux qui apparaissent à l'extrémité ou sur les côtés des filaments. Ceux-ci se détachent ensuite et peuvent ou bien se conserver à l'état de fuseaux, ou se

dissocier en autant de grosses chlamydospores qu'il y a de loges.

On trouve également, dans les premiers jours, une certaine quantité de chlamydospores intercalaires. Quant à la production des aleuries, elle est extrêmement abondante. Celles-ci peuvent se former non seulement aux dépens des filaments, mais aussi aux dépens des fuseaux et des chlamydospores. Ces aleuries naissent, comme dans les groupes précédents, par rétraction protoplasmique, et nulle part ce phénomène n'est aussi général que dans les espèces de ce dernier groupe. Les aleuries produites sur les fuseaux ou sur les chlamydospores naissent par simple bourgeonnement et se détachent très rapidement, sans laisser aucune trace de leur détachement. La production des aleuries se fait en très grand nombre et, dans certains cas, autour d'une grosse chlamydospore ou d'un fuseau, ou d'un gros article, formant de véritables couronnes. Ainsi, quand on examine une culture peu âgée des Champignons de ce groupe, on constate presque exclusivement un grand nombre d'aleuries privées de glycogène et quelques rares fuseaux, ainsi que quelques grosses chlamydospores, que le réactif iodo-ioduré détache facilement en les teignant en brun-acajou. La production précoce de ce grand nombre d'aleuries explique l'aspect poudreux ou plâtreux (*gypseum*) des conidies géantes qu'on observe dès les premiers jours et qui ne devient duveteux qu'après un certain nombre de réensemencements et d'une façon partielle, au moins au début de ce pléomorphisme.

Les Champignons de ce groupe, en même temps, présentent un grand nombre d'autres éléments très spéciaux, qu'on appelle spirales ou vrilles, et qui caractérisent tout à fait les espèces de ce groupe.

Ces éléments apparaissent dans la culture, après le quatrième ou cinquième jour, et se produisent en très grand nombre.

Ils se forment aux dépens des filaments minces et se reproduisent presque dans toutes les cultures et pendant tous les réensemencements successifs. Ils prennent naissance sur des filaments riches en cytoplasme, d'un aspect moni-

liforme ou parfois cylindrique, et à articles courts. On constate de nombreuses anastomoses entre ces filaments, et quelquefois même des formations en crosse. On sait que MATRUCHOT et DASSONVILLE, reprenant une idée déjà émise par DUCLAUX, ont admis que ces vrilles représentent des vestiges des ornements du périthèce des *Gymnoascées*. L'étroite analogie qui existe entre les caractères des Dermatophytes (présence de chlamydospores et de fuseaux) et ceux des Gymnoascées et surtout la découverte par ces auteurs d'un Dermatophyte, *Eidamella spinosa*, possédant de véritables périthèces, ont permis à MATRUCHOT et DASSONVILLE de rattacher les Dermatophytes des Teignes aux Gymnoascées. La grande vraisemblance de cette interprétation, basée aussi sur nos observations, nous incite à ne pas hésiter à adopter cette idée sans laquelle nous ne pourrions pas expliquer la présence de ces vrilles, ainsi que d'autres caractères que nous rapportons ailleurs.

Quoi qu'il en soit, ces vrilles sont constituées par un protoplasme très dense dans les premiers tours des spires, qui se vacuolisent dans les derniers. Elles offrent de cinq à vingt tours de spire et une moyenne de dix, qu'on observe le plus fréquemment, et sont constituées par des articles d'autant plus longs qu'on s'écarte du point initial de ces vrilles. Ces vrilles persistent jusqu'à la fin de la culture et pendant tout le stade de pléomorphisme. Leur grand nombre, leur forme très caractéristique peuvent servir de moyen de diagnose de l'espèce, très rapide et très facile.

GROUPE DE DERMATOPHYTES A PÉRITHÈCES. — MATRUCHOT et DASSONVILLE ont fait connaître, vers l'année 1901, un Champignon à périthèce qu'ils ont appelé *Eidamella spinosa* et qu'ils ont trouvé dans la Teigne d'un Chien. Les périthèces de ce Champignon présentent des ornements spiriformes dont les plus âgés se terminent par des tortillons spiralés. Ces appendices, comme l'ont fait remarquer les auteurs de la découverte, sont les homologues évidents des organes pectinés du *Ctenomyces*. D'autre part, l'inoculation de *Ctenomyces serratus* aux animaux de laboratoire aurait produit entre

les mains de ces mêmes auteurs des lésions de même nature et de même évolution que les Teignes trichophytiques.

Cette découverte a donc confirmé l'hypothèse faite antérieurement par les auteurs qui avaient considéré les vrilles et les organes pectinés des Dermatophytes comme les vestiges des ornements de périthèces, semblables à ceux des Gymnoascés, et qui les avaient conduits à admettre que ces Champignons pouvaient être considérés comme des Gymnoascées ayant perdu leur faculté de former des périthèces.

Les organes pectinés, dont l'existence dans les cultures des Teignes a été signalée pour la première fois par Duclaux (1886), se rencontrent en effet comme ornements du coussinet ascifère d'une Gymnoascée, le *Ctenomyces serratus*, découvert en 1880 par Eidam, sur des plumes d'Oiseaux pourrissantes, et retrouvé par Bainier, puis par Matruchot et Dassonville (1899).

L'existence d'organes pectinés et de vrilles dans les Champignons des Teignes, la ressemblance des cultures de celles-ci avec celles des Gymnoascées, la présence chez le *Ctenomyces* de chlamydospores et de fuseaux, trouvés par Matruchot et Dassonville, établissaient une forte présomption de parenté entre les Champignons des Teignes et les Gymnoascées.

La découverte d'*Eidamella spinosa* apporte à cette hypothèse une remarquable confirmation; on sait que, depuis, Chalmers et Marschal (1814) ont décrit le *T. Currii*, qui offre, selon ces auteurs, des périthèces.

Les faits que nous avons observés nous amènent à confirmer les vues de Matruchot et de Dassonville et admettre que la présence de vrilles permet de rapprocher les Champignons des Teignes des Gymnoascées. Nous avons pu mettre en évidence, d'ailleurs, à la base des filaments qui s'enroulent en vrilles, la présence de crosses que l'on retrouve aussi dans les ornements du périthèce de *Ctenomyces serratus* et qui apportent un élément de plus en faveur de la signification attribuée aux vrilles par Matruchot et Dassonville.

Nous avons également observé, dans l'*A. Quinckeaneum*, des éléments qui étaient décrits par les auteurs comme des

organes nodulaires et qui semblent représenter, ainsi que nous l'avons expliqué à propos de cette espèce, des périthèces avortés dans leur développement. En outre, nous avons examiné nous-mêmes une série de Gymnoascées (*Gymnoascus*, *candidus*, *Reessii*, etc.).

Dans une étude de ces Champignons que nous n'avons pas encore terminée, nous avons pu observer des faits qui viennent à l'appui de la thèse de MATRUCHOT. Nous avons, en effet, observé chez certains de ces Gymnoascées, en dehors des périthèces, des fuseaux tout à fait semblables à ceux des Dermatophytes et notamment du type du *M. fulvum* et *A. gypseum*, etc., ainsi que de nombreuses chlamydospores de dimension variable, dont les plus petites peuvent être assimilées à des aleuries. De plus, les périthèces ressemblent beaucoup aux organes nodulaires que nous avons observés dans l'*A. Quinckeaneum*, ainsi que nous l'avons rapporté plus haut. Dans les *Gymnoascus candidus*, que nous remit M. PINOY, il y a trois ans, les périthèces, qui se formaient abondamment pendant près d'un an, ont complètement disparu, et, dans les stades qui ont suivi la disparition des périthèces, nous avons observé dans le mycélium la production de vrilles qui pourraient être considérées comme des vestiges de périthèces avortés. Dans ces mêmes cultures, ainsi que dans d'autres *Gymnoascus*, on observait des spirales molles décrites par SABOURAUD dans certains Dermatophytes, formations que l'on rencontre fréquemment aussi dans un grand nombre de Mucédinées, quand le milieu commence à s'épuiser.

VUE D'ENSEMBLE SUR LES DIFFÉRENTS GROUPES PRÉCÉDENTS. — Il résulte donc de nos recherches que les Champignons que nous venons de passer en revue sont constitués par des espèces extrêmement voisines. Ils présentent les mêmes organes de reproduction, mais ils modifient plus rapidement les uns que les autres leur allure générale et leurs organes de reproduction, au fur et à mesure qu'on les réensemence sur milieu artificiel. La seule manière qui permette de les bien distinguer, selon nous, est de ne tenir compte dans la détermination que des caractères de la culture-mère, qui

nous paraît représenter les caractères de l'espèce adaptée au parasitisme, en éliminant les caractères secondaires et régressifs, qui sont dus à l'adaptation à la vie saprophytique.

En partant de cette base, on peut donc grouper les espèces en six groupes bien caractérisés dans la culture-mère :

1° Champignons ne présentant que des fuseaux parfaits ;

2° Champignons présentant des fuseaux et des aleuries ;

3° Champignons présentant des chlamydospores et des aleuries ;

4° Champignons ne présentant que des aleuries ;

5° Champignons présentant des vrilles ;

6° Champignons présentant des périthèces.

Les fuseaux paraissent être les organes essentiels de la reproduction des Dermatophytes des Teignes, tandis que les chlamydospores et les aleuries paraissent résulter de la dégradation des fuseaux, sous l'influence de la vie saprophytique. On peut donc admettre que le premier groupe est représenté par les formes dont les caractères parasitaires se conservent le plus longtemps et les trois autres par des formes qui, au contraire, subissent beaucoup plus rapidement le pléomorphisme. Cette idée s'appuie sur le fait que les caractères des deuxième, troisième et quatrième groupes, correspondent aux phases successives du pléomorphisme qu'on constate pour les Champignons du premier groupe. Le cinquième groupe est également formé par des espèces très voisines des quatre premiers groupes, mais il s'en distingue par la présence des vrilles, que nous considérons, avec Matruchot et Dassonville, comme les vestiges d'ornements des périthèces que ces Champignons possédaient ancestralement.

Le sixième groupe est représenté par *Eidamella spinosa*, où Matruchot et Dassonville ont décrit des périthèces, et le *T. Currii*, où Chalmers et Marschall ont trouvé également des périthèces. On doit donc, en partant des idées de Matruchot et Dassonville que nous adoptons, considérer les Dermatophytes des Teignes comme des Gymnoascées qui auraient perdu la propriété de former des périthèces. C'est pour cette raison que nous les plaçons dans un groupe spécial,

celui des Atélogymnoascées ou Gymnoascées imparfaits (sans périthèce).

Arthrosporées. — Nous séparons des Champignons précédents une série qui présente un développement tout à fait différent et que nous classons parmi les Arthrosporées de Vuillemin. Ces Champignons offrent un mycélium dont les filaments sont constitués par des articles courts qui s'isolent pour constituer des arthrospores. A ce groupe, nous rattachons : *A. Schœnleinii*, *T. violaceum*, *T. album*, *T. ochraceum*, *M. ferrugineum*, *M. verrucosum*, *E. tropicale*, *E. indicum*.

Ces Champignons se rapprochent par leur morphologie, mais aussi par l'aspect de leur colonie géante ainsi que leur pléomorphisme. Dans la culture-mère, ils offrent des articles remplis de glycogène, qui se désarticulent en arthrospores; mais, à la suite d'une très longue série de réensemencements, les arthrospores deviennent moins nombreuses et on voit apparaître des filaments larges et, par la suite, des filaments plus minces qui ne se désarticulent plus et ont une tendance à devenir stériles. Ces filaments sont moins riches en cytoplasme et ne renferment que très peu de glycogène. Avant de devenir stériles, ils peuvent encore donner un petit nombre d'arthrospores, qui naissent isolément à l'extrémité de certains filaments et constituent ce qu'on appelle les clous et les chandeliers faviques. Les hyphes pectinées observées par certains auteurs dans *A. Schœnleinii* et *T. faviforme* ne représentent que des stades de dégradation des arthrospores. En effet, les filaments minces que nous avons obtenus dans des cultures pléomorphiques de ces espèces produisent des aleuries en forme de bourgeons, qui poussent du même côté d'un plus gros filament et qui se fragmentent par la suite pour s'isoler en aleuries libres. Néanmoins, ces aleuries ne se rencontrent dans les Arthrosporées qu'en très petit nombre et à la suite d'un grand nombre d'ensemencements. La dégradation des arthrospores est très lente, et les filaments persistent larges et pourvus d'un cytoplasme très épais ; ce n'est qu'au bout de très longtemps que les filaments minces deviennent nombreux et montrent un

cytoplasme moins dense qui, en se concentrant, forme de petites chlamydospores ou aleuries.

Les arthrospores présentent en général plusieurs noyaux et sont pleines de glycogène ; par contre, les aleuries ne présentent qu'un seul noyau et n'ont aucune trace de glycogène.

Dans ce même groupe des Arthrosporées, nous avons également classé l'espèce de *Madurella*, que nous avons étudiée, en nous appuyant sur le fait que son mycélium est également constitué par un ensemble de grosses arthrospores. Ces arthrospores sont pleines de glycogène, mais, contrairement aux chlamydospores des autres Arthrosporées, présentent un seul noyau.

Dans ce même groupe aussi, nous avons placé le Champignon du *Pityriasis versicolor*, *Mallassezia furfur*, que nous avons étudié également. Le mycélium de cette espèce se fragmente à la suite d'un cloisonnement en plusieurs petits éléments, qui, avant de se détacher, paraissent s'articuler comme des arthrospores. Les arthrospores de cette dernière espèce sont privées de glycogène et présentent un seul noyau, comme l'espèce de *Madurella* que nous avons rapportée plus haut. Mais, du fait que ces arthrospores, dans un certain nombre d'espèces, présentent plusieurs noyaux et dans d'autres un seul noyau, nous avons considéré qu'il serait logique de diviser les Arthrosporées en Mononucléées et Polynucléées.

Champignons parasites du syndrome de Beurmann et Gougerot. — Nous avons complété notre étude par l'observation d'un certain nombre de Champignons de Sporotrichose. Notre étude a porté sur les *Sporotrichum Schencki*, *asteroides*, *Beurmanni* et *Gougeroti*. On sait que ces Champignons, classés pendant longtemps dans le genre *Sporotrichum*, ont été récemment déplacés de ce genre par Vuillemin. L'éminent botaniste les a distingués en effet de ce groupe par leurs pigments fuligineux. Il place donc dans le genre *Sporotrichum* les espèces présentant des colonies géantes blanches, tandis qu'il range celles qui ont un pigment noir dans le genre *Rhinocladium*, appartenant aux Dématiées

phéosporées. Il faut remarquer cependant que ces pigments tendent à disparaître, à la suite de nombreux réensemencements, et que les cultures prennent à la longue une couleur café au lait. Notre ami le Dr Massia nous rapportait dernièrement qu'il a obtenu des cultures de *Rhin. Beurmanni*, presque complètement blanches, à la suite d'ensemencements nouveaux et en soumettant la culture à une haute température. Le fait ne nous paraît pas extraordinaire et renforce l'idée que nous avons exprimée que c'est la culture-mère qui doit servir de base pour la détermination de l'espèce, même pour les Champignons dont les caractères se modifient très peu sous l'influence du milieu, à la suite de leur longue vie parasitaire.

De nos recherches, il résulte que le *Rhin. Gougeroti* est un Champignon tout à fait différent des autres et qui doit être séparé du genre *Rhinocladium*. Il se présente sous forme de mycélium cloisonné et ramifié constitué par des articles beaucoup plus gros que dans les autres *Rhinocladium*, de couleur brune et entremêlés à de nombreuses levures. Placé dans un nouveau milieu, le mycélium donne naissance à des levures par bourgeonnements, tandis que les levures peuvent donner naissance à de nouvelles levures ou s'allonger pour reproduire de nouveaux filaments. Il est certain que la culture que nous avons étudiée a subi plusieurs ensemencements, mais les cultures même plusieurs fois ensemencées de cette espèce comparées aux cultures également réensemencées des autres *Rhinocladium* ne présentent aucune similitude. En outre, ce Champignon présente, dans les articles terminaux des filaments en voie de croissance, plusieurs noyaux, tandis que les autres *Sporotrichum* n'en renferment qu'un seul. Il est également à signaler qu'il ne présente pas du tout le mode de production des conidies qu'on observe dans le *Rhinocladium*. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes permis de le classer dans le genre *Dematium*, appartenant aux Dématiées phéosporées, dont les caractères répondent tout à fait à ceux de cette espèce.

Ainsi les Champignons parasites de la Sporotrichose appartiennent à des groupes très divers : les uns appartiennent

au genre *Rhinocladium*, d'autres au genre *Sporotrichum* ; d'autres au genre *Dematium* et d'autres enfin au genre *Nocardia*, qui se range dans les *Microsyphonées*.

Résultats cytologiques.

Au point de vue cytologique, les Champignons que nous avons étudiés appartiennent à deux types :

1° Les uns ont un mycélium formé par des *articles* ou *apocytes* renfermant plusieurs noyaux ;

2° Les autres offrent un mycélium constitué pour des *cellules* avec un seul noyau.

Au premier type, se rattachent les genres *Achorion*, *Microsporon*, *Trichophyton*, *Epidermophyton* et *Endodermophyton*. Le deuxième type ne comprend que les genres *Malassezia*, *Sporotrichum*, *Madurella* et *Aleurisma*.

Partout, les noyaux se présentent avec les caractères de ceux qui ont été signalés dans les autres Champignons : ce sont de petits corpuscules constitués par un nucléoplasme hyalin limité par une membrane plus ou moins colorée et dans lequel se trouve un gros nucléole très chromophile ; la chromatine n'est visible que dans les cas les plus favorables sous forme de réseau ou de grains confus accolés sur le bord de la membrane. La division nucléaire est difficile à observer et semble s'effectuer par allongement suivi d'étirement, c'est-à-dire par amitose. Le nombre des noyaux varie de deux à six par apocyte, mais peut atteindre jusqu'à dix dans les articles terminaux des filaments en voie de croissance. Les aleuries et les conidies n'offrent qu'un seul noyau. Les chlamydospores et les arthrospores contiennent de deux à cinq noyaux. Les loges des fuseaux possèdent de deux à cinq noyaux.

Le cytoplasme présente sur le vivant un aspect homogène et renferme en suspension des granulations très réfringentes, d'abord rares et très petites, qui grossissent et se fusionnent ensuite pour constituer de gros globules. Ces granulations sont osmioréductrices et présentent les caractères de graisses ou de lipoïdes. Elles sont en plus ou

moins grand nombre, selon les espèces. Dans les filaments très âgés, ces globules oléagineux remplissent complètement le cytoplasme. Il semble que ces granulations jouent le rôle de produit de réserve, dans certains stades de l'évolution des Champignons, et résultent, à la fin du développement, d'une dégénérescence graisseuse.

Ces granulations apparaissent colorées en brun par l'acide osmique dans les préparations fixées par le liquide de Flemming.

Dans quelques cas, il est possible d'observer d'une manière plus ou moins confuse, dans le cytoplasme des filaments, des éléments peu réfringents qui représentent le chondriome ; les colorations vitales par le vert-Janus ou le violet de Dahlia permettent parfois de le colorer. Le chondriome apparaît au contraire avec une grande netteté dans les préparations fixées et colorées par les techniques mitochondriales, surtout dans des coupes à la paraffine très minces.

Il apparaît aussi dans les préparations colorées par l'hématoxyline ferrique après simple fixation au formol. Le chondriome s'observe également souvent après fixation au picroformol sous une forme très altérée.

L'étude du chondriome par les techniques mitochondriales montre qu'il est le plus souvent constitué par des filaments plus ou moins longs (chondriocontes), c'est-à-dire avec l'aspect qu'il offre, d'après les observations de Guilliermond, dans le mycélium de la plupart des moisissures, notamment de *Penicillium glaucum*, *Botrytis cinerea*, etc.

Les articles renferment dans tous les Champignons observés des vacuoles dont le contenu possède un fort pouvoir électif pour la plupart des colorants vitaux (en particulier rouge neutre, bleus de Nil, de crésyl, de méthylène, etc.). Ces divers colorants donnent des résultats un peu différents. Le rouge neutre, qui est le meilleur en raison de la rapidité de sa pénétration, colore parfois tout le suc vacuolaire en rose pâle ; dans d'autres cas plus fréquents, il fait apparaître dans les vacuoles un plus ou moins grand nombre de corpuscules de dimensions variées, fortement colorés et animés de mouvements browniens ; le suc vacuolaire reste alors incolore ou faiblement coloré. Peu à peu, ces corpuscules se gonflent,

se fusionnent entre eux, cessent de se mouvoir dans le suc vacuolaire et viennent s'accoler sur le bord de la vacuole, où ils forment une sorte de calotte. Avec les colorants bleus d'aniline, le suc vacuolaire et les corpuscules prennent une teinte métachromatique rougeâtre.

Dans les préparations fixées par le formol, le picroformol ou l'alcool et colorées par l'hémalun ou par les bleus de Unna, de crésyl, ou de méthylène, les vacuoles apparaissent remplies de corpuscules analogues à ceux que l'on obtient par les colorants vitaux et qui offrent une couleur nettement rougeâtre ; les corpuscules n'apparaissent pas, au contraire, après les techniques mitochondriales. L'emploi de l'hématoxyline ferrique après fixation au formol ou au picroformol ne permet pas, en général, de les colorer. Cependant, dans certains cas, ils apparaissent teints en noir dans les vacuoles, mais cette coloration n'est pas constante, elle offre un caractère accidentel. Par tous ces caractères, ces corpuscules se rattachent donc aux corpuscules métachromatiques (grains de volutine de Arthur Meyer) mis en évidence pour la première fois par Babès, dans les Bactéries, étudiés par Guilliermond, puis par A. Meyer dans les Champignons et les Algues.

Ces corpuscules s'observent parfois sur le vivant, après coloration vitale, sous forme de corps réfringents animés de mouvements browniens, dans l'intérieur des vacuoles, mais ils sont toujours moins nombreux qu'après fixation ; le plus souvent, d'ailleurs, les vacuoles ne montrent aucune trace de ces corpuscules.

On peut donc conclure avec P.-A. Dangeard, dont les observations ont été d'ailleurs vérifiées par Guilliermond, que les corpuscules métachromatiques résultent le plus souvent de la précipitation, sous l'influence des colorants vitaux et des fixateurs d'une substance se trouvant normalement dans les vacuoles à l'état de solution colloïdale, qu'on peut désigner, avec Guilliermond, sous le nom de *métachromatine*.

L'évolution des vacuoles est partout la même. Les vacuoles apparaissent dans les filaments en voie de croissance sous forme de petites et nombreuses vacuoles rondes ou ovales

qui ensuite grossissent et se fusionnent pour constituer de grosses vacuoles.

Dans tous les Champignons observés, nous avons constaté la présence de glycogène, en quantité plus ou moins abondante. Ce glycogène est surtout abondant dans les organes de reproduction : fuseaux, chlamydospores et arthrospores. Le glycogène, par contre, fait complètement défaut dans les *Sporotrichum*, sauf dans le *Sporotrichum Gougeroti*, et dans les aleuries que l'on observe dans le plus grand nombre de Dermatophytes. Le glycogène apparaît sous la forme de petites plages, surtout sur le bord des vacuoles ; ces plages grossissent peu à peu et finissent par envahir tout le cytoplasme. Le glycogène peut parfois émigrer partiellement dans les vacuoles, où il se précipite sous forme de granulations animées de mouvements browniens.

Le glycogène se forme donc selon le procédé décrit par Guilliermond dans l'*Endomyces Magnusii*. Comme cet auteur, nous n'avons constaté aucune relation entre le glycogène et le chondriome. De même, les globules graisseux apparaissent toujours dans le cytoplasme, en dehors des éléments du chondriome, qui ne semblent avoir aucun rôle dans leur production, pas plus que dans celle du glycogène.

Cette étude cytologique était nécessaire, car jusqu'ici aucune observation de cet ordre n'avait été faite sur la plupart de ces Champignons, et, comme nous l'avons dit au cours de notre historique, seuls Plato et Guth, Beauverie et Hollande ont donné une description des corpuscules métachromatiques des Champignons des Teignes. Plato et Guth se bornent à observer, par coloration vitale au rouge neutre, les fuseaux d'un *Trichophyton* et mettent en évidence des granulations colorées qui se modifient au cours de l'observation et pour lesquelles les auteurs ne fournissent aucune interprétation. Beauverie et Hollande, de leur côté, se bornent à essayer un nouveau colorant, le bleu-Hollande, sur les Champignons des Teignes et constatent qu'il y met en évidence de nombreux corpuscules métachromatiques.

Une autre étude, d'ailleurs très courte, est faite par Pénau sur le *Sporotrichum Beurmanni*. L'auteur met en évidence

un seul noyau par cellule et des vacuoles renfermant des corpuscules métachromatiques. L'auteur signale enfin, dans le cytoplasme, de nombreuses granulations sidérophiles, qu'il désigne sous le nom de grains basophiles et qu'il avait déjà mises en évidence dans le Champignon du Muguet.

Nos recherches confirment la présence de nombreux corpuscules métachromatiqûes signalés dans les Champignons des Teignes par Plato et Guth, puis par Beauverie et Hollande. Elles confirment également les observations de Pénau sur le *Sporotrichum Beurmanni* pour ce qui concerne la présence d'un seul noyau dans les cellules du mycélium et dans les conidies. Par contre, elles démontrent que les grains basophiles décrits par l'auteur ne sont autre chose que des chondriosomes altérés par les fixateurs. Elles montrent aussi que les grains basophiles, en aucun cas, ne se colorent métachromatiquement par le bleu polychrome et ne peuvent être confondus avec les corpuscules métachromatiques, comme l'a prétendu cet auteur. La différence dans le nombre des corpuscules métachromatiques obtenus après diverses fixations s'explique simplement par le fait que les corpuscules métachromatiques, résultat de la précipitation d'un contenu à l'état de solution colloïdale dans la vacuole, se présentent de manières diverses, selon la nature du fixateur. Nos recherches ne peuvent confirmer non plus la nature lipoïdique attribuée par Pénau aux corpuscules métachromatiques. Les corpuscules métachromatiques ne se colorent pas en effet par le soudan, comme l'admet cet auteur, qui a confondu les granulations graisseuses souvent localisées sur le bord des vacuoles avec les corpuscules métachromatiques, qui le plus souvent n'existent pas dans les cellules vivantes.

Au point de vue de la classification, nos recherches cytologiques nous ont permis de distinguer la valeur de chaque élément cellulaire du mycélium et nous ont fourni d'utiles documents pour la classification des espèces étudiées des genres *Trichophyton*, *Microsporon*, *Achorion* et *Epidermophyton*.

Notre étude nous a conduit également à faire une place à part au *Malassezia furfur*, qui n'offre comme organes reproducteurs que des arthrospores et dans lequel les

articles du mycélium et les arthrospores sont toujours uninucléés. Ce Champignon présente donc des caractères cytologiques bien différents des Champignons des Teignes. Il se distingue aussi d'autres espèces des genres *Endodermophyton*, *Achorion*, ou *Trichophyton*, qui, comme lui, se mutiplient au moyen d'arthrospores, mais chez lesquels les articles du mycélium et les arthrospores sont toujours plurinucléés. Le genre *Madurella* formé par des arthrospores n'offre également qu'un seul noyau par cellule.

L'étude du *Sporotrichum Gougeroti* nous a permis enfin de constater que ce Champignon présente morphologiquement les caractères d'un *Dematium*; chez ce Champignon, les articles du mycélium et les formes-levures montrent toujours un seul noyau, et rarement deux.

L'*Aleurisma* ne présente qu'un seul noyau par cellule, sauf dans les filaments jeunes terminaux, qui peuvent présenter deux à trois noyaux. Cette différence vérifie la place que nous lui accordons, en le séparant des *Sporotrichum*, avec lesquels il présente de grandes analogies.[1]

Le tableau que nous représentons ici résume les faits tirés de la cytologie et pouvant être utilisés pour la classification :

1. *Microsporon lanosum.* — *felineum.* — *pubescens.* — *fulvum.* *Achorion gypseum.* *Epidermophyton inguinale.* *Microsporon Audouini.* *Achorion Quinckeaneum.* — *gallinæ.* *Trichophyton asteroides.* — *radiolatum.*	L'appareil végétatif de ces espèces présente des articles terminaux dont le nombre des noyaux varie de cinq à vingt. Les cellules âgées présentent un nombre de noyaux qui varie de un à cinq. Les fuseaux présentent des loges pleines de glycogène et un nombre de noyaux variant de deux à dix, et quelquefois plus. Les grosses chlamydospores sont également pleines de glycogène et présentent deux à six noyaux. Les aleuries sont privées de glycogène et présentent un seul noyau.
2 *Trichophyton granulosum.* — *lacticolor* — *crateriforme.* — *acuminatum.*	L'appareil végétatif est pareil à celui des espèces n° 1. Les corps reproducteurs sont constitués par de grosses chlamydospores semblables à celles des espèces n° 1. Les aleuries présentent également un seul noyau.

Nous avons classé séparément les espèces suivantes parce qu'elles ne présentent pas de fuseaux comme corps reproducteurs dans la culture-mère :

3. *Achorion Schœnleinii.*
Trichophyton violaceum.
— *album.*
— *ochraceum.*
Endodermophyton tropicale.
— *indicum.*

Leur mycélium est constitué par des arthrospores qui, dans les cultures âgées, s'isolent et représentent les corps reproducteurs.
Ces arthrospores sont pleines de glycogène et présentent de deux à dix noyaux, quelfois même plus.
Les aleuries qu'on observe quelquefois dans les formes pléomorphiques présentent un seul noyau et sont privées de glycogène.

4. *Malassezia (furfur).*
Madurella.

Se reproduisent par arthrospores qui sont privées de glycogène et présentent un seul noyau

5. *Rhinocladium asteroides.*
— *Schencki.*
— *Beurmani.*

Se reproduisent par conidies présentant un seul noyau et privées de glycogène.
Les cellules du mycélium présentent également un seul noyau.

6. *Dematium Gougeroti.*

Se reproduit par levures présentant un seul noyau. Le mycélium est constitué de-cellules présentant un seul noyau. On observe quelquefois du glycogène.

7. *Aleurisma Lugdunense.*

Les aleuries ont un seul noyau et sont privées de glycogène. Les cellules du mycélium présentent un seul noyau, sauf les cellules terminales présentant de un à trois noyaux.

Nos recherches ont un plus grand intérêt au point de vue de la cytologie générale des Champignons. On sait, en effet, par ce que nous avons vu à propos de l'historique, que deux questions restent très discutées dans la cytologie des Champignons, ce sont :

1° Le mode de division du noyau dans le mycélium ;
2° l'interprétation des éléments figurés du cytoplasme.

En ce qui concerne la division nucléaire, nous n'avons pu que rarement l'observer, malgré l'étude attentive que nous avons faite des articles terminaux des filaments en voie de croissance. Nous n'avons trouvé que quelques figures qui semblent indiquer que cette division s'effectue par amitose, comme cela est admis aujourd'hui pour les levures

pendant le bourgeonnement, d'après les travaux de GUILLIERMOND.

Au contraire, nos observations apportent, au point de vue du cytoplasme, des documents très précis. Tout d'abord, elles démontrent que les corpuscules métachromatiques sont bien le résultat de la précipitation d'une substance se trouvant normalement dans les vacuoles à l'état de solution colloïdale : la métachromatine. Elles confirment donc les résultats de P.-A. DANGEARD.

Par contre, elles démontrent que le chondriome est un système absolument distinct du système vacuolaire. Dans tous les Champignons que nous avons observés, le chondriome ne se voit que rarement et d'une manière peu distincte sur le vivant. Il ne se colore pas par les colorants vitaux, sauf parfois par le vert-Janus ou le violet de Dahlia, après un temps plus ou moins long. Au contraire, il apparaît avec une grande netteté à l'aide des techniques mitochondriales et se montre constitué presque toujours par de longs et minces filaments (chondriocontes). Il est altéré par les fixateurs ordinaires (picroformol, alcool, Pérenyi, etc.). Enfin, il se présente sous cette forme à tous les stades du développement jusqu'à la dégénérescence du mycélium.

Le système vacuolaire, au contraire, offre des formes, des caractères histo-chimiques et une évolution tout à fait différents. Dans les extrémités des filaments en voie de croissance, il se présente sous forme de nombreuses et petites vacuoles hyalines, bien visibles sur le vivant, et de formes rondes ou ovales. Ces vacuoles sont remplies de métachromatine, qui se colore rapidement par la plupart des colorants vitaux (rouge neutre, bleus de Nil, de crésyl, de méthylène, etc.) et non ordinairement par le vert-Janus et le violet de Dahlia, qui colorent les chondriosomes. Très rapidement, ces petites vacuoles grossissent, se fusionnent et constituent de grosses vacuoles qui occupent la presque totalité des articles ; le cytoplasme se trouve alors réduit à une mince couche pariétale avec quelques brides transversales séparant les vacuoles. La métachromatine est insolubilisée par la plupart des fixateurs et notamment par l'alcool, le picroformol et le Pérenyi,

qui altèrent profondément les chondriosomes. Elle ne se colore jamais par les techniques mitochondriales et présente avec l'hématéine et les bleus d'aniline, qui ne colorent pas les chondriosomes, une teinte métachromatique caractéristique. Dans aucun des Champignons que nous avons étudiés nous n'avons d'ailleurs observé, dans les extrémités des filaments en voie de croissance, des formes filamenteuses du système vacuolaire rappelant par leur aspect les chondriosomes, comme P.-A. Dangeard et Guilliermond en ont décrit dans les Phanérogames et dans certains Champignons (Saprolegniacées, Mucoracées). Il n'y a donc aucune confusion possible entre le système vacuolaire et le chondriome.

Quant aux formations décrites par P.-A. Dangeard, dans les Champignons (Saprolegniacées, Mucoracées, etc.) sous le nom de microsomes, ce sont, d'après la description de l'auteur, de petits globules réfringents, d'aspect oléagineux et réduisant plus ou moins l'acide osmique. Ils ne correspondent donc pas aux chondriosomes, qui apparaissent presque toujours sous forme de longs filaments. Ils apparaissent au contraire tout à fait semblables aux granulations graisseuses ou lipoïdes que nous avons rencontrées dans tous les Champignons observés et qui se transforment peu à peu en gros globules oléagineux. Ces corps très réfringents et osmioréducteurs ne peuvent être confondus avec les chondriosomes peu réfringents et ne réduisant pas l'acide osmique. Ils ne se colorent d'ailleurs pas par la méthode de Regaud et apparaissent, après fixation au Meves, sous forme de grains brunis par l'acide osmique.

Enfin nos recherches semblent indiquer que, contrairement à l'opinion récemment soutenue par Pierre Dangeard pour les Phanérogames, le système vacuolaire n'est pas un système conservant son individualité au cours du développement, qu'il ne se transmet pas par division de cellule en cellule, mais au contraire semble naître *de novo*. L'étude des extrémités des filaments en voie de croissance montre, en effet, que les vacuoles apparaissent sous forme de petits éléments qui se fusionnent ensuite pour constituer de grosses vacuoles. L'observation des conidies et des fuseaux permet

de constater aussi que les petites et nombreuses vacuoles, qu'on observe dans les conidies et les fuseaux en voie de formation, ne montrent aucune relation avec les grosses vacuoles des filaments qui leur donnent naissance. Tous ces faits sont donc favorables à l'opinion d'une néoformation.

Nos recherches confirment donc les résultats de Guillermond et démontrent que le chondriome est un système indépendant du système vacuolaire des microsomes.

Enfin, à un point de vue général encore, nos recherches établissent qu'il n'y a aucune relation dans les Champignons entre les chondriosomes, les graisses et le glycogène.

On sait qu'en cytologie animale la question de l'origine mitochondriale des graisses et du glycogène est encore discutée. Déjà Guilliermond avait établi que les graisses et le glycogène dans les Champignons ne se forment pas dans les chondriosomes. Les recherches récentes de Noel sur le foie des Mammifères ont abouti également au résultat que le glycogène se forme sans l'intervention des chondriosomes et celles de Guyon, sur les cellules adipeuses, semblent également démontrer qu'il en est de même pour la graisse. Ce sont là des résultats concordants qu'il était intéressant de signaler au point de vue de la cytologie générale.

Classification des Mycoses.

Prise dans son ensemble, la nomenclature des Champignons parasites ne paraît plus adaptée aux récents progrès de la mycologie. La terminologie du plus grand nombre des syndromes cliniques occasionnés par ces Champignons est donc, par là même, entachée d'erreurs.

Les bases actuelles de cette terminologie sont de trois ordres :

1° On a voulu, d'une part, appliquant au domaine de la mycologie parasitaire les idées admises en bactériologie, classer les syndromes mycosiques d'après leur étiologie, comme si les Champignons pathogènes déterminaient des maladies aussi caractéristiques que les maladies microbiennes.

2° On a pensé, en outre, trouver dans l'anatomie pathologique des lésions mycosiques les fondements de cette même systématisation et on a admis que des lésions déterminées doivent être engendrées par le même parasite. En se basant sur le fait que l'observation clinique permet, dans beaucoup de cas, de reconnaître la nature mycosique d'une lésion, on a donc admis une relation constante entre le Champignon parasite et le syndrome lésion.

3° On s'est attaché enfin à établir les bases d'un classement d'après les diverses régions du corps atteintes par le Champignon, sans tenir compte de ce fait qu'un même Champignon peut déterminer des lésions dans des points très divers de l'organisme.

Nos recherches tendent à montrer que, édifiées sur ces bases, la classification des Champignons parasites entraîne non seulement une grande confusion, mais retarde le progrès de la connaissance des Champignons parasites, en créant des espèces qui ne reposent que sur des bases cliniques et non sur des faits botaniques.

Terminologie des syndromes mycosiques, d'après leur étiologie. — On a voulu comparer les mycoses aux maladies microbiennes. Certains auteurs ont poussé cette comparaison en se basant sur des résultats sérologiques d'une très grande élasticité scientifique et ont comparé l'action d'un *Trichophyton* à celle du Bacille diphtérique.

Ces vues ont certainement dépassé nos connaissances sur les Mycoses, rendant fatal un retour en arrière.

Les Mycoses ne constituent en effet que des syndromes dont le plus grand nombre n'ont qu'une valeur locale, ne se répercutant jamais sur l'économie générale de l'organisme ; beaucoup d'entre elles n'évoluent que sur des terrains affaiblis par des maladies chroniques ou dans de mauvaises conditions d'hygiène, ou encore sur un terrain que les climats ou d'autres conditions liées aux sécrétions de la peau, à sa constitution, ont rendu propice à l'évolution des Champignons. Le terrain semble en effet jouer un grand rôle dans l'évolution d'une Mycose. Les Mycoses paraissent être le résultat de plusieurs

déterminantes et dont la dominante étiologie, constituée par les parasites, est seule visible et par suite seule exprimée. En somme, les Mycoses ne sont pas des maladies infectieuses, elles ne sont que des syndromes locaux causés par les parasites de natures mycologiques diverses. Par contre, les maladies microbiennes, dans leur plus grand nombre, réagissent sur l'économie de l'organisme, beaucoup plus par leurs toxines que par l'action mécanique et locale du microbe. En ce qui concerne la toxicité des Mycoses, les données sérologiques que nous pouvons en déduire, pour la dstinction des parasites, seront traitées plus loin. Examinons d'abord les parasites, tels que les études mycologiques, surtout anatomiques ou morphologiques, nous permettent de les connaître.

La diversité des espèces qui sont à la base de l'étiologie d'une Mycose est, à l'heure actuelle, vérifiée par une multitude d'exemple dont nous pouvons signaler un certain nombre.

La Sporotrichose, que l'on considérait au début comme exclusivement causée par des *Sporotrichum*, est aujourd'hui restreinte à l'espèce décrite par Langeron et qui correspond au *Sporotrichum Carougeaui* ; par contre, les *Sporotrichum Dori* et *dispar*, décrits par Dor et Vidal, ne sont que des *Microsyphonées* du genre *Nocardia* ; les autres *Sporotrichum* ont été placés dans le groupe de Dématiées phéosporées (genre *Rhinocladium*) par Vuillemin. De ces mêmes *Rhinocladium*, nous avons nous-mêmes séparé l'ancien *Sporotrichum Gougeroti*, que nous considérons comme un *Dematium*. Mais le terme Sporotrichose s'est dégagé de son sens étiologique et finit par désigner le syndrome mycosique même, dont le type lésionnel est constitué au début par une dermatose gommeuse. Il est pourtant démontré qu'une gomme mycosique peut être due aussi bien à un *Hemispora* ou à un *Corethropsis*. On sait aussi que ces mêmes Champignons, qui déterminent la production des gommes, provoquent d'autres syndromes mycosiques d'un type lésionnel différent. Si les derniers faits ont démontré aux yeux de tous que la Sporotrichose n'est pas due à un Champignon déterminé, mais à un ensemble de Champi-

gnons tout à fait divers, il est loin d'en être de même pour les Oosporoses, Blastomycoses ou Exoascoses, Zymonématoses, Hémisporoses, Endomycoses, Oïdiomycoses, Trichophyties, etc., termes liés à l'étiologie. Ainsi les *Oospora* ne sont que des *Nocardia* ou des *Cohnistreptothrix*, et ces mêmes parasites occasionnent toutes sortes de syndromes mycosiques différents. On trouve des *Oospora*, aussi bien dans divers Mycétomes que dans une Mycose pulmonaire, dans la plèvre, dans les abcès sous-cutanés et cérébraux, dans l'Erythrasma, dans le syndrome pityrasique décrit par Vidal ou dans des lésions éruptives de la peau d'un aspect eczématiforme ou ichtyosiforme. On trouve également des *Oospora* dans des Kératites, Conjonctivites, Dacryocystites, dans des infections de l'appareil digestif, urinaire, ou dans d'autres organes pendant les manifestations d'une infection générale que certaines Microsyphonées, se rapprochant du bacille tuberculeux, paraissent occasionner. Le terme *Oospora* appliqué aux Oosporoses devient caduc, et à ce sujet nous sommes d'accord avec M. Langeron. Le syndrome clinique ne correspond en effet à aucun type anatomo-pathologique stable et ne représente aucune base étiologique d'une désignation mycologique.

Hémisporose également ne correspond à aucun type lésionnel stable, et les lésions d'Ostéites du tibia avec hyperostose ou de gommes cutanées signalées au niveau de la joue et de la verge ne correspondent à aucun caractère établi pour présumer du syndrome clinique sa nature mycosique.

Il en est certainement de même, et avec beaucoup plus d'évidence encore, des Blastomycoses, parmi lesquelles on trouve des syndromes mycosiques d'une variété infinie : depuis le Muguet jusqu'aux Moniliases pulmonaires ou à la Langue noire pileuse de Lucet, depuis l'Intertrigo mycosique de Dubreuil jusqu'à la Dermatite végétante de Montgomery et Hyde, etc., tout est dû à des Champignons classés de Blastomycètes, mais sans que ces Blastomycètes même soient liés avec les syndromes mycosiques d'une façon absolue.

Il sera inutile de dire que les termes Endomycoses, Zymonématoses, etc., ne correspondent également à aucun type lésionnel strictement lié à un agent causal et que ces lésions

reposent sur des classifications mycologiques tout à fait artificielles.

De même, on trouve des *Mucor* aussi bien dans les lésions pulmonaires que dans une Onychomycose, ou dans une Dermatite végétante suppurée (SPILLMANN et LASSEUR), ou dans une Otomycose ou dans une Mucormycose généralisée citée par PALTAUF.

Si nous envisageons également les Champignons parasites des Teignes, on se trouve engagée dans la même voie. La plupart des lésions, d'après MAGNIN, DULCAUX, SABOURAUD, BODIN, ont permis d'étendre le principe de la pluralité des lésions à la pluralité d'espèces.

Malheureusement, il peut exister une pluralité de types lésionnels comme une pluralité d'espèces, mais ces espèces elles-mêmes, mycologiquement, restent à établir. La liaison terminologique accordée au type lésionnel et au genre mycologique constitue actuellement une difficulté très grande, et il faudra des années pour nous pénétrer de l'idée qu'une Tricophytie, aussi stable qu'elle soit comme syndrome, n'est pas toujours due à un *Trichophyton*; de même qu'une Microsporie n'est pas toujours due à un *Microsporon*. Cependant les créateurs d'une telle terminologie savaient que les syndromes dermatologiques, suivant les principes établis par l'éminent professeur BROCQ, peuvent être causés par une étiologie de nature tout à fait différente ; cela devait donc leur inspirer l'idée que les parasites eux-mêmes, qui étaient la base de ces syndromes mycosiques de la peau, n'étaient pas les mêmes et, comme leur nature mycologique restait encore à rechercher, ils n'auraient pas dû lier le nom de syndrome à son agent étiologique. En effet, cette union entre la terminologie du syndrome et le nom du parasite est tellement habituelle qu'il sera difficile de modifier un jour, sous l'influence des progrès de la mycologie, les noms de *Trichophyton*, *Microsporon* ou d'*Achorion*, etc. Cependant, ces idées nous ont permis de négliger la nature mycologique de ces espèces et ont amené la création d'espèces inexistantes.

On n'a pas, en effet, trouvé le *M. lanosum* seulement sur les cheveux, mais également sur la peau glabre, où il causait

une Épidermophytie. On a aussi observé l'*Achorion Schœnleinii* non seulement sur des Favus, mais aussi sur de simples lésions érythémato-squameuses de la peau glabre, sans godets. On a cité des lésions diverses causées par le *Trichophyton violaceum*. Mon ami le Dr Massia a observé, dans une Épidermophytie, l'*Aleurisma Lugdunense*, espèce nouvelle que nous rapportons plus loin. Mais, en dehors des lésions de différents types que peut causer une seule espèce, il est très difficile d'établir des différences mycologiques évidentes entre certaines espèces, telles que les *Microsporon lanosum*, *felineum* et *rubescens* ; de même, ainsi que nous le verrons par la suite, des ressemblances très grandes existent entre *Microsporon fulvum* et *Achorion gypseum*. Il est injustifié en effet d'appeler un Champignon *Microsporon* parce qu'il a évolué sur des cheveux et *Epidermophyton* parce qu'il a évolué sur l'épiderme. Néanmoins, d'autres auteurs doivent vérifier nos observations, et ce n'est que quand notre façon de concevoir les Champignons parasites sera acceptée et à la suite d'autres observations, dans le sens que nous indiquons, que l'on arrivera à établir des bases nouvelles de classification des Champignons parasites et des Mycoses, que nous ne ferons qu'esquisser ici.

Nos recherches ont montré que les *Trichophyton violaceum* et *faviforme* se rapprochent et rentrent dans le même groupe que l'*Achorion Schœnleinii* et le *Microsporon ferrugineum* ; par contre, l'*Achorion gypseum* rentre dans le même groupe que le *Microsporon lanosum* et le *Microsporon fulvum*. Également l'*Achorion gallinæ* et l'*Achorion Quinckeaneum* rentrent dans le même groupe que le *Microsporon umbonatum* et le *Trichophyton persicolor*. Et en plus, certaines de ces espèces paraissent extrêmement voisines. Les exemples sont en effet multiples.

Les Mycoses sont donc des syndromes d'une étiologie mycosique diverse, c'est-à-dire appartenant à des espèces ou à des groupes parasitaires dont le nom doit rester indépendant du terme employé pour le syndrome ; cette indépendance est dictée d'autant plus que, dans beaucoup de cas,

les Mycoses sont des Dermatomycoses. Et nous savons que les lésions de la peau sont des affections locales sans retentissement général, qui peuvent être causées par des espèces différentes, et inversement qu'une seule espèce peut causer des affections dissemblables. D'après PINOY, les agents parasitaires qui causent les Dermatomycoses peuvent appartenir à divers groupes, comme les *Nocardia*, *Cohnistreptothrix*, *Cryptococcus*, *Oidium*, *Madurella*, *Sporotrichum*, *Saccharomyces*, *Aspergillus*, etc. C'est ainsi également que s'exprime l'éminent dermatologue DARRIER, comme beaucoup d'autres.

Cependant, bien qu'une Mycose soit, d'une manière générale, causée par des agents parasitaires divers, il semble que certaines d'entre elles soient liées par une adaptation très longue à des espèces parasitaires très rapprochées, et parmi lesquelles les mycologues n'ont pu établir actuellement que de simples variétés.

Ainsi le Muguet, qui ne prête pas son nom à son agent parasitaire, paraît être dû au *Monilia albicans*, et la forme décrite par VUILLEMIN sous le nom d'*Endomyces* n'en est sans doute qu'une forme ayant conservé ses asques.

Mais ces mêmes Moniliases ne paraissent pas dues à une même espèce. Les formes observées ont été divisées par CASTELLANI, à la suite des différences biologiques que ce même auteur a constatées, en une série d'espèces différentes. Nous avons étudié nous-mêmes, il y a trois ans, les Champignons provenant de huit Muguets d'enfants d'origine différente, mais nous avons trouvé que, sur ce point, l'avis de CASTELLANI est exagéré ; en effet, ces diverses *Monilia* se comportent à l'égard de différents sucres d'une façon semblable et présentent toutes les mêmes caractères culturaux.

De même, le *Pityriasis versicolor* semble dû à des espèces très voisines, malgré que sa culture soit difficile et que, d'après CASTELLANI, il y ait deux variétés d'espèces, le *Malassezia tropica* et le *Malassezia furfur*. Par contre, l'*Erythrasma* semble être dû exclusivement au *Microsporon minitissimum*. On ne pourra cependant résoudre, d'une manière définitive, cette question de fixité entre espèce et lésion que lors-

qu'on aura trouvé des procédés permettant d'obtenir plus facilement les cultures de ces espèces.

De même, l'*Epidermophyton inguinale*, dont Sabouraud distingue deux variétés, semble être toujours la cause de l'*Eczema marginatum* de Hebra. Cette fixité entre un Champignon et une lésion constitue une exception à l'heure actuelle, et on devra, par la suite, étendre les recherches sur ce sujet, car suivant les climats, le terrain et d'autres conditions, des Champignons divers peuvent évoluer là où, chez nous, il ne semble exister qu'une seule espèce.

Sauf donc ces exceptions que la mycologie éclairera et définira peut-être d'une façon plus précise par la suite, des Champignons parasites divers sont la base étiologique d'un seul syndrome mycosique, et, inversement, un seul syndrome parasite est la base étiologique de plusieurs syndromes mycosiques. Ces deux principes essentiels ne semblent pas être pris en considération, et tout le monde procède pour les Mycoses comme s'il en était des Microbioses.

Ce principe, basé sur des faits, doit nous mettre en garde contre la tendance que nous avons à désigner les syndromes mycosiques par le nom de leurs Champignons parasites. Cette liaison constitue une cause de multiplicité d'espèces sur des bases non mycologiques, et en outre empêche les progrès de la mycologie ainsi que de la clinique, dont une telle liaison, basée sur les notions de pathologie générale, ne correspond nullement au fait que nous possédons sur les Mycoses, dont beaucoup ne sont que des Dermatoses ou des syndromes mycosiques de la peau sans aucune constance lésionnelle, se réduisant quelquefois à de simples éléments éruptifs et d'une étiologie très dissemblable.

Terminologie basée sur les espèces anatomo-pathologiques des lésions mycosiques. — Les Dermatoses de l'Amérique centrale et tropicale, désignées sous le nom de *Carates* et incomplètement étudiées, sont des affections prurigineuses et desquamatives s'accompagnant d'une pigmentation allant du blanc jaunâtre au rouge, violet, noirâtre et

noir. Montoya y Florez a distingué les diverses moisissures obtenues (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Monilia*, *Microsporon* et *Trichophyton*, ce dernier parasite observé par Darrier et Bodin), d'après la couleur de ces mêmes lésions. Il est évident que la couleur de ces lésions ne correspond nullement au type parasitaire et nous trouvons que c'est avec juste raison que Sartory fait des réserves à ce sujet.

C'est également avec juste raison que Brumpt distinguait des Maduromycoses à grains noirs, grains blancs et grains rouges, mais sans lier ces divisions à une correspondance des Champignons parasites, qui sont à la base de l'étiologie de ces Mycétomes.

Un exemple pourtant plus net de terminologie basée sur l'anatomo-pathologie est ce qu'on appelle godet favique. Les cliniciens observant un godet diagnostiquent un *Favus*. Mais de cela en déduire que le Champignon produisant ce godet doit être taxé d'*Achorion* constitue une erreur. Un godet, en effet, n'est qu'un amas mycélien, comme le grain de Mycétome ou comme la cellule géante qui se constitue dans le follicule pileux. Qu'on distingue donc un *Favus* par ses godets et par ses cicatrices souvent indélébiles, c'est juste, mais dire que tout *Favus* est dû à un *Achorion*, parce qu'il présente un godet, est inexact. Une telle tendance, d'ailleurs, prête foi à l'idée que ce même parasite n'est capable de produire que des *Favus* à godets. D'une terminologie donc mal basée, se produit une déduction illogique portant atteinte aux bases mycologiques. En effet, il y a des *Favus* impétigoïdes qui ont été distingués par Sabouraud (1909) et qui ne présentent pas de godets. Jeanselme et Bloch rapportent des cas de *Favus* érythémato-squameux, qui ont évolué sur des malades contaminés par un *Favus* qui lui-même présentait des godets. C'est là un exemple qui montre qu'un même Champignon, suivant le terrain, peut donner un godet ou une autre forme de lésion. D'autre part, Paladri (en 1907) a fait une thèse sur les Onychomycoses faviques. De tels exemples sont multiples dans la bibliographie clinique. Godet donc ne signifie point *Achorion*. De même, les divisions des *Trichophyton en*

endothrix, *ectothrix*, *endoectothrix* sont une pure schématisation, qui peut avoir une signification anatomo-pathologique et donner une indication du mode de l'envahissement du cheveu par les parasites, suivant le terrain où ces mêmes parasites évoluent, mais qui ne peut certainement avoir aucune signification pour la distinction d'espèces mycologiques. De même, les termes microïdes, mégaspores sont arbitraires et ne correspondent qu'aux modes suivant lesquels les parasites évoluent sur les cheveux et qui certainement dépendent du terrain ou de l'activité du parasite. Cette activité est influencée par la résistance que manifeste le terrain suivant l'état de sécrétion de la peau et ses autres conditions anatomiques et biochimiques ou le climat et l'état général du malade.

Nous croyons, en effet, que l'anatomo-pathologie des lésions doit être liée à la description clinique du syndrome mycosique, comme nous décrivons les stades successifs d'une pneumonie, depuis l'engoûment jusqu'à l'hépatisation grise, sans lier ces phénomènes anatomo-pathologiques au microbe. Il est également erroné d'appeler *Endodermophyton* les Champignons du *Tokelau*, parce qu'ils évoluent dans les couches profondes de l'épiderme jusqu'à la zone de Malpighi. Là, pourtant, la chose est moins importante, parce que ce nom diffère du terme employé pour désigner le syndrome *Tokelau*. Mais, comme on a décrit, à côté des *Endodermophyton*, des *Aspergillus*, qui provoquent les mêmes lésions, il n'y a aucune raison pour ne pas admettre que ces syndromes soient causés que par des Champignons divers et non par des *Endodermophyton* seulement.

Terminologie des syndromes d'après la région où évolue la Mycose. — Cette terminologie n'a pas d'inconvénient pour ce qui concerne les syndromes et, au contraire, serait avantageuse si elle ne prêtait pas son nom à l'agent causal. Ainsi, on ne doit pas, comme le fait Sabouraud, transformer les termes *Eczema marginatum* de Hebra en Épidermophytie inguinale et appeler le Champignon déterminant cette lésion *Epidermophyton inguinale*. Cette nomen-

clature arrête les progrès mycologiques de la question. En effet, d'autres espèces peuvent être rencontrées dans la même lésion et peuvent être appelées *Epidermophyton inguinale*, sans qu'on ait approfondi leurs caractères mycologiques.

De même, il n'est pas naturel de désigner comme *Trichophyton* les agents de Trichophyties, nom basé sur l'évolution du parasite au niveau du cheveu.

Si nous avons insisté d'une façon peut-être exagérée sur l'indépendance que doivent avoir les termes employés pour désigner les syndromes et les Champignons qui les déterminent, c'est que de tels principes empêchent l'étude des Mycoses de s'orienter sur des bases étiologiques scientifiques et créent des confusions d'autant plus graves que la connaissance des Hyphomycées est encore très obscure.

En outre, les Dermatophyties ne peuvent être décrites que d'après l'élément éruptif, en se basant sur les aspects apparents de la lésion ; le seul moyen, en effet, de diagnostiquer les affections cutanées, c'est de donner une description de leur morphologie telle qu'elle se présente dans la pratique. Or, comme une Dermatose peut donner lieu à toutes sortes de formes éruptives et qu'un élément éruptif de la peau a une étiologie diverse, il en résulte que les Dermatomycoses peuvent prendre toutes sortes de formes éruptives, chaque élément éruptif étant dû à des étiologies différentes.

En effet, les Épidermomycoses surtout sont à peine ébauchées; un élément éruptif mycosique peut engendrer aussi bien la forme pityriasique érythémateuse, érythématosquameuse, vésiculeuse, folliculeuse, fistuleuse, gommeuse, ichtyosiforme, kératosique, végétante, dyshydriforme, ou constituer de véritables tumeurs. Il s'agit donc de définir les aspects les plus stables et, avec le temps, d'amplifier ce syndrome, sans pourtant oublier que certains syndromes de la peau comme les *Pytiriasis rose* de Gilbert ou la Dyshydrose sont dus quelquefois à des Champignons, mais peuvent également apparaître en dehors d'eux, comme des syndromes d'une étiologie différente.

La dermatologie étant par elle-même, malgré l'œuvre formi-

dable de l'éminent dermatologiste Brocq, classée d'une façon artificielle et provisoire, nous avons établi, en ce qui concerne les Mycoses, des principes de nomatologie des syndromes et des Champignons tout à fait indépendants, du fait que non seulement les Champignons sont mal connus, mais que les syndromes dermatologiques mêmes ne sont divisés que d'après des bases émises sur l'apparence de types lésionnels, inconstants pour le grand nombre de cas.

Mais avant d'exposer les bases de notre classification, nous désirerions dire quelques mots des applications de la sérologie dans les Mycoses. Cela nous permettra de voir dans quelle mesure les résultats fournis par l'application de ces méthodes ont pu rapprocher les Mycoses des maladies microbiennes et ont pu servir au diagnostic de la nature du syndrome mycosique.

Application de la sérologie aux Mycoses.

Les chercheurs ont certainement appliqué les méthodes sérologiques dans les Mycoses soit pour mesurer la toxicité des Champignons parasites et les antitoxines produites par l'organisme, soit pour étudier les phénomènes d'immunité, soit pour constituer des vaccins contre ces mêmes maladies provoquées par ces Champignons, soit pour le séro-diagnostic des espèces parasites.

Ainsi un grand nombre d'auteurs, dont nous ne citerons que les noms et dont nous trouverons les travaux exposés dans les livres classiques sur les maladies mycosiques, ont usé des méthodes sérologiques : Kotliar (1894), Ramon (1895 et 1897), Lucet (1896), Olbici (1898), Senibesta (1902-1905), Massé (1903), Gauthier (1907), Sauton (1911), se sont occupés surtout de la toxicité de l'*Aspergillus fumigatus* et de l'*Aspergillus niger*. Il y a surtout à retenir parmi ces travaux les résultats obtenus par Gauthier.

Charrin et Ostrowsky (1895-1896), Luici Conti (1900), Roger (1902), Marco del Pont (1906), San Felice (1906), se sont surtout occupés de la toxicité de certaines Blastomycoses et notamment du *Monilia albicans*; de Learde

(1893), Auclair (1903), Poncet, Lacome et Thévenon (1907), Berliac (1907), ont surtout étudié les toxines de certains *Actinomyces*.

Plateau (1903), dont les résultats furent publiés par Neisser, Truffi (1904), Bloch (Bruno), Costa et Feuillot, Sabouraud, d'Aubertin et Folly (1911), Bloch et Massini se sont occupés surtout des toxines ou des phénomènes d'immunité présentés par les Champignons des Teignes et ont fait des vaccins tels que la favine, la trichophytine, analogues à la tuberculine.

M. Barthelat (1903) s'est occupé des Mycoses corymbifères ; Vidal, Abrami, de Beurmann et Gougerot, des Sporotrichoses.

Les résultats obtenus par ces auteurs sont incertains, et la toxicité des Champignons semble plutôt reliée à une action diastasique de leur protoplasme qu'à l'apparition d'une toxine. Néanmoins, des idées tendancieuses furent émises par certains auteurs, qui ont comparé l'action du Champignon du Muguet à celle du Bacille de la diphtérie, celle d'un *Trichophyton* au Bacille tétanique, du fait que ces microbes évoluent localement, malgré la diffusion des toxines qu'ils donnent dans l'organisme, et ont voulu assimiler les Mycoses aux Microbioses.

Ces tendances se trouvent actuellement en régression.

De même, le séro-diagnostic des Champignons ne paraît pas spécifique, et il y a des coagglutinations, cofixations ou cosensibilisatrices, qui enlèvent tout indice de spécificité parasitaire et, par conséquent, toute valeur à ces méthodes de diagnostic d'une espèce mycologique.

La sérologie est une science liée surtout à des phénomènes biochimiques et physico-chimiques, et la plus grande prudence doit subsister. En effet, la formation des antitoxines à la suite d'injections de toxines, la formation des précipitines à la suite d'injections d'albumines solubles précipitables, la formation d'agglutinines et de sensibilisatrices à la suite d'injections d'éléments figurés (microbes, cellules vivantes, globules sanguins) ne sont qu'un cas particulier d'une propriété très générale de la substance vivante, l'assi-

milation qui est la base même de la vie. Le protoplasme ne s'accroit qu'en assimilant les substances nutritives à sa portée. Mais cette assimilation ne se fait que grâce à une modification préalable de la substance nutritive effectuée par une sécrétion du protoplasme.

Cette sécrétion, spécialement adaptée à la nature de la substance à assimiler, porte le nom de ferment digestif. Chaque substance alimentaire a son ferment correspondant, et cela est si vrai que, pour désigner le ferment, on n'a rien pu trouver de mieux qu'un nom dérivé de celui de la substance en cause : lactase, amylase, etc. D'après Abderhalden, le sang, les globules rouges, les globules blancs, sont capables d'une action hydrolytique. Ainsi, d'après cet auteur, les globules rouges contiennent des ferments peptolytiques ; les globules blancs, des ferments similaires à la trypsine pancréatique. Par contre, le plasma est dénué de pouvoir protéolytique, mais il est capable d'attaquer les hydrates de carbone et renferme, chez le Cheval, des ferments capables de saponifier les éthers à acide organique.

Les différents noms qu'on a donc accordés aux propriétés des sérums sont l'expression des propriétés biochimiques confondues avec les ferments qu'Abderhalden désigne comme ferments protecteurs ou ferments de défense.

En effet, les problèmes qui se posent devant les sérologistes, surtout avec la sensibilisation des organismes par des substances minimes, et les phénomènes d'anaphylaxie, indiquent qu'ils sont plus compliqués qu'on ne le pensait. L'avenir seul nous éclairera sur la valeur de ces méthodes et l'étendue qu'on doit accorder aux phénomènes sérologiques, en dehors de ce qui est acquis aujourd'hui sur la constitution de sérum de certaines Microbioses infectantes ou l'application de sérodiagnostic de Vidal pour le diagnostic de certaines Microbioses.

Les Champignons, généralement, paraissent actuellement privés de toxicité et ne se manifestent que comme des syndromes d'une action locale, sans aucune répercussion sur l'économie générale de l'organisme. Les Mycoses ne sont pas infectantes.

L'étude mycologique complète de ces parasites reste donc le seul moyen sûr de diagnostic et de classification.

Essai de classification des Champignons parasites.

S'il paraît prématuré de chercher à établir une classification plus rationnelle des lésions déterminées par les Champignons parasites, le moment est venu d'esquisser une classification de ces Champignons, surtout des Dermatophytes, plus en rapport avec les données scientifiques que nous possédons actuellement sur ceux-ci. On a vu à quel point la classification des Dermatophytes est arbitraire. Les genres *Trichophyton*, *Microsporon*, *Achorion*, *Endodermophyton*, *Epidermophyton* ne correspondent à rien. Sous ces noms, on a groupé des Champignons en se fondant uniquement sur les lésions qu'ils déterminent, sans se préoccuper de leurs caractères morphologiques. Ces genres n'ont donc aucune signification mycologique, et ils séparent souvent arbitrairement des Champignons très voisins. Notre intention est donc, en terminant cette étude, de proposer une nouvelle classification des Dermatophytes et, en même temps, de reviser la position systématique des autres Champignons qui ont été l'objet de nos recherches.

Au moment où nous achevions nos recherches, Ota et Langeron, considérant comme nous que la classification des Dermatophytes ne repose sur aucune donnée botanique, ont proposé de leur côté une classification s'inspirant sur des données morphologiques plus précises. Cette classification, malgré le progrès qu'elle réalise, ne nous paraît pas exempte de certaines critiques. Nous commencerons donc par la discuter avant de formuler la nôtre. Ces auteurs critiquent avec raison la classification actuelle, qui repose uniquement sur des caractères cliniques et suppriment les genres *Trichophyton*, *Achorion*, *Endodermophyton*, *Epidermophyton*, *Microsporon*, qui n'ont aucun sens botanique, pour répartir ces Champignons dans de nouveaux genres créés par eux ; toutefois, ils conservent le genre *Trichophyton* (pour désigner les espèces qui ne possèdent ni fuseaux, ni spires, ni organes

nodulaires, mais seulement des aleuries bien développées), de même que les genres *Endodermophyton* et *Epidermophyton*. Ils font reposer leur classification sur les organes de reproduction et, comme nous, ils attachent une grande importance à la présence des fuseaux qui leur servent de base pour la distinction des genres *Epidermophyton* et des sous-genres *Aleurocloster* et *Closteramma*. Ils se rencontrent avec nous également lorsqu'ils séparent les espèces comme *Endodermophyton* et *Achorion Schœnleinii*, qui ne possèdent aucun autre organe de reproduction que des arthrospores, des autres Dermatophytes dans les genres *Bodinia*, *Grubyella* et *Endodermophyton*.

Cette classification, à notre avis, a le tort de ne tenir aucun compte du pléomorphisme, qui, d'après les recherches de Sabouraud et les nôtres, joue cependant un rôle considérable, en modifiant les organes de ces Champignons. Aussi Ota et Langeron, qui donnent d'excellentes descriptions des organes de reproduction de ces Champignons, paraissent méconnaître parfois leur valeur exacte.

C'est ainsi qu'ils n'ont pas remarqué que les fuseaux disparaissent à la suite d'une série plus ou moins longue de générations en cultures artificielles, que leur disparition est précédée par une sorte de dégradation qui les transforme peu à peu en chlamydospores et que les aleuries elles-mêmes semblent résulter de leur simplification. La classification de Ota et Langeron a, en outre, l'inconvénient d'être fort compliquée et d'établir un grand nombre de genres et de sous-genres pour distinguer des Champignons pourtant pour la plupart si étroitement apparentés. C'est pour ces raisons que nous proposons une autre classification plus simple, reposant sur des résultats de nos recherches, qui tient compte du pléomorphisme et que nous avons déjà établie dans notre esprit avant la publication de celle de Langeron et Ota.

Cette discussion close, il nous reste maintenant à exposer la classification que nous proposons à la suite de nos recherches. Pour établir cette classification, nous nous efforcerons de ne tenir compte que des caractères de la culture-mère.

qui, à notre avis, correspondent aux caractères typiques de l'espèce et qui seuls permettent d'obtenir une distinction facile entre les diverses formes de Dermatophytes. Nous éliminerons donc tous les caractères acquis par la vie saprophytique, qui tendent à uniformiser les espèces, c'est-à-dire tous les caractères dus au pléomorphisme. Ces caractères sont, en effet, des caractères régressifs dont il n'y a pas lieu de tenir compte. Nous croyons devoir, comme Ota et Langeron, supprimer complètement les genres *Trichophyton*, *Microsporon*, *Achorion*, etc., qui ne correspondent à rien.

Nous croyons, d'autre part, que la théorie de Matruchot et Dassonville, qui considèrent les Dermatophytes comme des formes de Gymnoascées ayant perdu leurs périthèces, est appuyée sur des bases suffisamment solides pour être adoptée, et nous classerons tous les Dermatophytes qui offrent par leur mycélium et leur mode de reproduction les caractères des Gymnoascées dans un groupe que nous classerons à côté des Gymnoascées et que nous désignerons sous le nom d'Atélogymnoascées (1). Seule l'*Eidamella spinosa* décrite par Matruchot et Dassonville et le *Trichophyton Curii* décrit par Chalmers et Marshall, que nous appellerons, avec Ota et Langeron, *Ateleothylax* (2) Ota et Langeron, seront classés dans les Gymnoascées en raison de leurs périthèces, et tous les autres prendront place dans notre groupe des Atélogymnoascées.

Comme base de notre classification des Atélogymnoascées, nous prendrons les caractères qui nous ont permis de distinguer dans les Dermatophytes plusieurs groupes. Nous distinguerons d'abord le genre *Spiralia*, qui se place en tête des Atélogymnoascées, au voisinage des Gymnoascées, et qui comprend toutes les espèces qui présentent dans leurs cultures, au bout de quelques jours, des spires qu'elles conservent pendant toute leur évolution. Nous considérerons

(1) Atélogymnoascées (*atelo* = ἀτελής = imparfait + Gymnoascées).

(2) C'est par erreur de notre part que, dans une note préliminaire (*C. R. Ac. sciences*, 1924), nous avions créé pour cette espèce de nom de *Matruchotiella Currii*, pour laquelle Ota et Langeron avaient déjà réservé le nom d'*Ateleothylax Currii*.

ces vrilles, avec MATRUCHOT et DASSONVILLE, comme représentant les vestiges des ornements de périthèces semblables à ceux des Gymnoascées. Ce sont des Champignons qui présentent quelques fuseaux, un plus grand nombre de grosses chlamydospores et un très grand nombre d'aleuries. La présence de ces spires est un caractère permanent de l'espèce, qui ne se modifie pas par le pléomorphisme, qui apparaît dans la culture-mère et se retrouve même après une longue suite de réensemencements. Il permet donc de caractériser facilement le genre.

Nous donnons ensuite les noms génériques de *Closterosporia* à tous les Dermatophytes que nous avons séparés dans un premier groupe (Voir p. 364) et qui sont caractérisés par la présence d'un très grand nombre de fuseaux, qui constituent les seuls organes de reproduction de ces Champignons dans les cultures-mères. Ces fuseaux se conservent après plusieurs générations, en cultures artificielles, et ils se présentent en très grand nombre, de sorte que les espèces se distinguent très facilement. Ils sont les seuls éléments qui persistent dans les vieilles cultures, après la dégénérescence du mycélium. Nous les considérons comme des organes tout à fait caractéristiques, suffisants pour justifier la création d'un genre spécial désignant toutes les espèces qui les présentent. La forme caractéristique et le nombre de fuseaux se modifient après un certain nombre de réensemencements suivant les espèces, par suite du pléomorphisme, mais, en ne tenant compte que des fuseaux tels qu'ils se présentent dans la culture-mère et les cultures non encore pléomorphisées, on peut trouver dans la forme de ces fuseaux et le nombre de leurs loges, qui est à peu près constant, des caractères suffisants pour distinguer les espèces appartenant à ce genre.

Par ailleurs, l'évolution morphologique et culturale des Champignons de ce genre indique entre eux une étroite parenté. C'est ainsi que, d'un côté, les *Microsporon lanosum*, *felineum* et *pubescens* et, de l'autre le *Microsporon fulvum* et l'*Achorion gypseum*, par leurs fuseaux et les caractères de leurs cultures, représentent incontestablement des espèces extrêmement voisines. Ces ressemblances sont telles qu'elles

permettent même d'envisager la possibilité que ces espèces ne représenteraient peut-être que de simples variétés d'une même espèce. C'est ainsi, par exemple, qu'on pourrait supposer que l'*Achorion gypseum* et le *M. fulvum* correspondent à deux variétés d'une même espèce, l'une ayant évolué dans l'Amérique du Sud, l'autre en France. Les *M. lanosum* et *felineum* pourraient être également deux variétés d'une même espèce, dont l'une évolue sur le Chien et l'autre sur le Chat. Ce sont là des hypothèses que nous signalons en vue de recherches ultérieures.

Par contre, l'*Epidermophyton inguinale*, qui appartient également au genre *Closterosporia*, se distingue nettement des autres espèces, aussi bien par l'évolution de son mycélium et ses fuseaux que par l'aspect macroscopique de ses cultures. Le grand nombre de ces fuseaux tout à fait caractéristiques, et leur persistance pendant très longtemps nous permettent de considérer ce Champignon comme une autre espèce du genre *Closterosporia*, auquel nous le rattachons également.

Ainsi le genre *Closterosporia* comprendra :

Closterosporia lanosa : M. lanosum.
— *felinea : M. felineum.*
— *pubescens : M. pubescens.*

dont les fuseaux ont une moyenne de dix loges.

Closterosporia fulva : M. fulvum.
— *gypsea : A. gypseum.*

dont les fuseaux présentent une moyenne de quatre à six loges d'une forme caractéristique.

Closterosporia inguinalis : E. inguinale.

dont les fuseaux présentent une moyenne de trois à cinq loges et sont tout à fait caractéristiques.

Nous réservons le genre *Closteroaleurosporia* aux espèces de notre deuxième groupe, c'est-à-dire à celles qui, dans les cultures-mères, présentent des fuseaux de formes variables, en petit nombre, des chlamydospores et des aleuries. Les fuseaux de ce genre présentent, par la variabilité de leur forme,

une grande ressemblance avec les fuseaux dégradés par le pléomorphisme du genre *Closterosporia*. On observe, en outre, dans les espèces de ce genre, tous les intermédiaires entre les fuseaux et les chlamydospores qui paraissent indiquer que ces derniers résultent de la dégradation des premiers. Les espèces de ce genre offrent donc des caractères très semblables à ceux que prennent les espèces du genre *Closterosporia*, à la première phase du pléomorphisme. Il est donc permis de penser que les Champignons de ce genre correspondent à des espèces voisines de celles du genre *Closterosporia*, mais qui, par suite d'une longue adaptation à la vie parasitaire ou pour des causes qui nous échappent, se pléomorphisent, dès le début de leur passage à la vie saprophytique. Ce genre comprend les espèces suivantes :

Genre *Closteroaleurosporia* :

Closteroaleurosporia Audouini : M. Audouini.
— *Quinckeanea : A. Quinckeaneum.*
— *gallinæ : A. gallinæ*

Les fuseaux de la première de ces espèces ressemblent aux fuseaux dégradés de l'espèce *Closterosporia lanosa* précédemment décrite ; par contre, les deux dernières espèces : *Quinckeanea* et *gallinæ* présentent des fuseaux dégradés du type *Closterosporia gypsea* et *C. fulva.*

Dans le genre *Chlamydoaleurosporia*, nous incorporons tous les Dermatophytes de notre troisième groupe, c'est-à-dire ceux qui ne présentent pas de fuseaux, mais seulement des chlamydospores et des aleuries. Ce genre est représenté par des espèces qui ont des caractères tout à fait comparables à ceux des espèces du genre *Closterosporia*, dans la deuxième phase de pléomorphisme, et l'on peut supposer qu'elles représentent des espèces voisines de ce genre, mais qui se dégradent très rapidement par suite de la vie saprophytique.

Le genre *Chlamydoaleurosporia* comprend :

Chlamydoaleurosporia granulosa : T. granulosum.
— *lacticolor : T. lacticolor.*
— *crateriformis : T. crateriforme*

Enfin, le cinquième et dernier genre des Atélogymnoascées

est le genre *Aleurosporia*, dans lequel nous plaçons toutes les espèces qui ne possèdent ni fuseaux, ni chlamydospores, dans leurs cultures-mères, mais uniquement des aleuries. Ce sont des espèces qui présentent des caractères semblables à ceux que prennent les espèces du genre *Closterosporia* dans leur troisième phase de pléomorphisme. Elles semblent donc pouvoir être considérées comme des espèces qui se pléomorphisent encore beaucoup plus rapidement que les autres. Ce genre comprend :

Aleurosporia acuminata : T. acuminatum.
— *effracta : T. effractum.*
— *plicatilis : T. plicatile.*
— *radians : T. radians.*
— *denticulata : T. denticulatum.*
— *rosacea : T. rosaceum.*
— *velvetica : M. velveticum.*

Nous n'avons étudié de ces espèces que *Aleurosporia acuminata* ; il y a donc lieu de reviser peut-être toutes les autres espèces, que nous classons simplement par les observations faites par les auteurs.

Nous n'avons pas la prétention d'établir une classification définitive, mais la classification, que nous proposons et qui se trouve résumée dans le tableau, a le grand avantage d'être commode et de permettre de reconnaître facilement les genres. Elle est basée sur des faits incontestables. Comme ces cinq genres paraissent représentés par des formes très voisines dérivées d'un même type et caractérisés surtout par pléomorphisme plus ou moins rapide, il arrive que l'on trouve certains éléments reproducteurs qui constituent des intermédiaires entre ces différents genres. Mais cela est très rare et, dans la grande majorité des cas, les caractères sur lesquels nous nous fondons pour établir ces différents genres sont absolument propres à chaque genre. Il est certain, d'autre part, que les espèces qui constituent ces genres, à la suite de pléomorphisme, se confondent entre elles et finissent par se ressembler. Mais nous répétons qu'on ne doit tenir compte que des caractères de la culture-mère.

Nos recherches nous amènent à séparer des Atélogymnoascées

tous les Dermatophytes qui, dès le début de leur développement, se présentent sous forme d'un mycélium à articles courts qui se séparent pour constituer des arthrospores et n'ont d'autres formes de reproduction que ces arthrospores, sauf dans le cas où, à la suite d'un nombre d'ensemencements, elles se pléomorphisent et peuvent présenter quelques aleuries. On voit donc que, là encore, on doit prendre en considération les caractères de la culture-mère. Pour les espèces appartenant aux Arthrosporées, nous créons le genre *Arthrosporia* :

Espèces : *Achorion Schœnleinii : Arthrosporia Schœnleinii.*
— *Trichophyton violaceum : A. violacea.*
— *T. album : A. alba.*
— *T. ochraceum : A. ochracea.*
— *Endodermophyton tropicale : A. tropicalis.*
— *E. indicum : A. indica.*
— *Micrososporon ferrugineum : A. ferruginea.*

Peut-être ces Champignons sont-ils voisins des précédents et appartiennent aussi aux Atélogymnoascées ; mais nous ne possédons sur ce point aucune donnée certaine. C'est pour cette raison que nous les plaçons dans le groupe des Arthrosporées créé par VUILLEMIN.

ARTHROSPORÉES (CLASSIFICATION VUILLEMIN).		
Arthrospores polynucléées.	*Arthrosporia.*	*Arthrosporia Schœnleinii* (*Achorion Schœnleinii*).
		— *violacea* (*Trichophyton violaceum*).
		— *alba* (*Trichophyton album*).
		— *ochracea* (*Trichophyton ochraceum*).
		— *indica* (*Endodermophyton indicum*).
		— *tropicalis* (*Endodermophyton tropicale*).
Arthrospores mononucléés.	*Malassezia...*	*Malassezia furfur.*
		— *tropicale.*
	Madurella...	Espèce étudiée non déterminée provenant de l'Institut Pasteur

A côté de ces Champignons, dans ce même groupe des Arthrosporées, nous classons les *Malassezia furfur* et *tropicale*, ainsi que *Madurella*, que nous avons étudiée ; mais, du fait que ces espèces présentent un seul noyau par arthrospore, nous proposons de créer pour elles le sous-groupe des *Arthro-*

Nouvelle classification des Dermatophytes.

	Genres.	Espèces.	
Gymnoascées	*Eidamella*	*Eidamella spinosa.*	
	Atelcothylax	*Atelcothylax Curii* (*Trichophyton Curii*).	
Atélogymnoascées.	*Spiralia*	*Spiralia asteroides* (*Trichophyton asteroides*).	
		— *radiolata* (*Trichophyton radiolatum*)	
	Closterosporia	*Closterosporia lanosa* (*Microsporon lanosum*).	Fuseaux caractéristiques. 8 à 12 loges.
		— *felinea* (*Microsporon felineum*).	
		— *pubescens* (*Microsporon pubescens*).	
		Closterosporia fulva (*Microsporon fulvum*).	Fuseaux caractéristiques. 5 à 7 loges.
		— *gypsea* (*Achorion gypseum*).	
		Closterosporia inguinalis (*Epidermophyton inguinale*).	Fuseaux caractéristiques. 3 à 5 loges.
	Closteroaleurosporia	*Closteroaleurosporia Audouini* (*Microsporon Audouini*).	
		— *Quinckeanea* (*Achorion Quinckeaneum*).	
		— *gallinæ* (*Achorion gallinæ*).	
		— *tarda* (*Microsporon tardum*).	
		— *umbonata* (*Microsporon umbonatum*).	
		— *persicolor* (*Trichophyton persicolor*).	
		— *farinulenta* (*Trichophyton farinulentum*).	
	Chlamydoaleurosporia	*Chlamydoaleurosporia granulosa* (*Trichophyton granulosum*).	
		— *lacticolor* (*Tridophyton lacticolor*).	
		— *fumata* (*Trichophyton fumatum*).	
		— *crateriformis* (*Trichophyton crateriforme*).	
		— *umbilicata* (*Trichophyton umbilicatum*).	
	Aleurosporia	*Aleurosporia acuminata* (*Trichophyton acuminatum*)	
		— *effracta* (*Trichophyton effractum*).	
		— *plicatilis* (*Trichophyton plicatile*).	
		— *radians* (*Trichophyton radians*).	
		— *denticulata* (*Trichophyton denticulatum*)	
		— *rosacea* (*Trichophyton rosaceum*).	
		— *velvetica* (*Microsporon velveticum*).	

sporées mononucléées, tandis que nous rangeons les espèces précédentes, qui présentent plusieurs noyaux par arthrospore, dans les *Arthrosporées polynucléées*.

Enfin nos observations nous ont amené à considérer le *Rhinocladium Gougeroti* comme un *Dematium* et à le ranger dans le genre *Dematium* sous le nom de *Dematium Gougeroti*, parmi les Dématiées phéosporées de Vuillemin, où se place également le genre *Rhinocladium*.

CONIDIOSPORÉES (classification Vuillemin).
- *Rhinocladium.*
  - *Rhinocladium asteroides.*
  - *Rhinocladium Beurmanni.*
  - *Rhinocladium Schencki.*
- *Dematium ...*
  - *Dematium Gougeroti.*

Nous avons classé, sur l'avis de M. Vuillemin, dans le genre *Aleurisma*, l'espèce isolée par notre ami le Dr Massia d'une Epidermophytie d'un type érythématosquameux avec vésico-pustules. Cette espèce, que nous décrivons sous le nom d'*Aleurisma lugdunense*, se propage par un appareil sporifère comparable à celui du *Rhinocladium*, mais avec cette différence fondamentale que les corps propagateurs ne sont pas des conidies, mais des aleuries telles que les a définies Vuillemin.

Nous voudrions pourtant, avant de mettre au point la systématique du genre *Aleurisma*, établir la différence qui existe entre ce genre *Aleurisma* et le genre *Aleurosporia* que nous avons créé pour désigner les formes les plus dégradées des *Atelogymnoascæ*.

Les aleuries du genre *Aleurosporia* résultent d'une émigration du cytoplasme, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur des filaments. La grosseur de ces aleuries est très inégale; elles sont en petit nombre et apparaissent en même temps que le mycélium dégénère. Elles correspondent à de petites chlamydospores. En outre, les cellules de l'appareil végétatif sont des apocytes (plusieurs noyaux).

Le genre *Aleurosporia* comprend des espèces voisines des genres *Closterosporia*, *Closteroaleurosporia* et *Chlamydoaleurosporia*, mais plus dégradées, et les aleuries ne sont que des chlamydospores très petites, indiquant la dernière phase de dégradation de corps de conservation de l'espèce. Tous ces

genres, d'ailleurs, constituent un ensemble indivisible et rentrent dans les *Atélogymnoascées.*

Par contre, dans le genre *Aleurisma*, les cellules présentent un seul noyau et les aleuries se produisent dès le début de l'évolution de la culture et avec le même type que les conidies du genre *Rhinocladium* : elles ne diffèrent de ces conidies que du fait qu'elles ne sont libérées qu'après affaissement des filaments auxquels elles sont attachées et dont elles absorbent tout le cytoplasme.

Ce sont, en somme, des conidies du type *Rhinocladium*, libérées de l'appareil végétatif d'une façon différente, tandis que les aleuries du genre *Aleurosporia* sont des petites chlamydospores résultant de la dégradation des grosses chlamydospores et apparaissant en très petit nombre.

Nous exposerons maintenant la mise au point de la question de systématique du genre *Aleurisma* que M. le professeur Vuillemin a bien voulu nous envoyer de ses notes de cours inédites.

Dans le classement auxiliaire basé, à défaut de fructifications, sur l'appareil de propagation asexuée, M. Vuillemin distingue la classe des Thallosporées, où les spores, après avoir fait partie du mycélium, s'en détachent, par bourgeonnement, dans l'ordre des Blastosporées, et, par désarticulation, dans l'ordre des Arthrosporées.

Selon que les filaments mycéliens sont des hyphes typiques ou des microsiphons, l'ordre des Arthrosporées se divise en deux familles : les Mycodermacées et les Nocardiacées (ou Microsiphonées).

Les arthrospores peuvent garder les parois minces et l'activité végétative du mycélium, ou bien elles se différencient en chlamydospores. Des chlamydospores apparaissent sans ordre défini. Les aleuries terminales se présentent comme les conidies ; elles en diffèrent parce qu'elles ne se détachent pas par une déhiscence régulière comme celle qui prépare dès leur naissance la chute des conidies. Les aleuries sont libérées par rupture ou affaissement du filament dont elles faisaient partie et auquel elles survivent. Alors, le mycélium est saupoudré comme d'une effervescence farineuse (ἄλευρον : farine).

La famille des Mycodermacées se divise en deux tribus : 1° Mycodermées ; 2° Aleurismées.

Genres de la tribu des Mycodermées :

1° *Mycoderma*, mucédinéen ; 2° *Torula*, dématien ; 3° *Chalara*, arthrospores hyalines sortant de cellules dématiennes.

Genres de la tribu des Aleurismées :

1° Aleuries opaques et sombres :

a. Contenu entier, surface lisse : *Glenospora* Berkeley et Curtis ; *b*. contenu contracté en une masse unique ou fragmentée, membrane grenue : *Bargellinia* Borzi ;

2° Aleuries hyalines, incolores ou de couleur gaie : *a*. Septées : *Fusoma* Corda ; *b*. Entières. Pas de sporophores différenciées : *Aleurisma* Link ; sporophores compliquées : *Corethropsis* Corda.

Le genre *Aleurisma* comprendra donc comme espèce l'*Aleurisma Lugdunense*, que nous avons étudié, et l'*Aleurisma Arloingi* décrit par Busquet, sous le nom d'*Achorion Arloingi*, et que M. Vuillemin (1) place également dans le genre *Aleurisma*.

ALEURIOSPORÉES. (Classification Vuillemin).	Genre : *Aleurisma*.	Espèces : *Aleurisma Lugdunense*. *Aleurisma Arloingi*.

(1) Après la publication de notre note préliminaire (*C. R. Ac. des sc.*, 1924), où nous exposions les principes de notre nouvelle classification des Dermatophytes, M. Vuillemin a établi une autre classification de ces mêmes Champignons différente à la fois de la nôtre et de celle de MM. Ota et Langeron.

L'éminent botaniste classe les espèces que nous avons groupées dans les genres *Closterosporia* et *Closteroaleurosporia*, dans la tribu des Aleurismées et place les Champignons de notre genre *Arthrosporum* dans la tribu des Mycodermées et l'incorpore au genre *Mycoderma*. D'autre part, il réunit nos genres *Closterosporia*, *Chlamydoaleurosporia*, dans les genres *Fusoma* et fait rentrer notre genre *Aleurosporia* dans le genre *Aleurisma*. Enfin, M. Vuillemin proteste contre notre incorporation des Dermatophytes dans les Ateloygmnoascées, n'admettant pas les idées exposées par Matruchot et Dassonville. Il admet que l'*Eidamella spinosa* est identifiable au *Gymnoascus setosus*, et il ne pense pas qu'il soit prouvé que ce Champignon soit bien le parasite de la Teigne du Chien.

Mais c'est là une classification scientifique que M. Vuillemin réserve aux botanistes. Par ailleurs, M. Vuillemin pense que cette classification n'a aucune utilité pratique pour les médecins, qui feront mieux de conserver la classification de Sabouraud.

Nous ferons remarquer que la classification de M. Vuillemin est fondée sur

les mêmes principes que la nôtre et que cet auteur distingue presque tous les genres que nous avons séparés en les rattachant seulement à des genres anciennement connus. La fusion de nos genres *Closterosporia* et *Closteroaleurosporia* avec le genre *Fusoma* ne nous paraît pas être justifiée, car le genre *Fusoma*, tel qu'il est caractérisé dans le *Sylloge Fungorum* de Saccardo, appartient à un groupement de formes mucédinéennes caractérisées par l'absence presque complète de mycélium. Or, dans tous les Dermatophytes, on observe un mycélium apparent et très distinct des corps propagateurs.

Nous ne sommes pas de l'avis de M. Vuillemin en ce qui concerne la classification de Sabouraud, parce que cette classification est fondée sur les caractères des lésions déterminées par les Champignons et que nos recherches ont montré qu'il n'y a qu'une relation très relative entre la lésion et le Champignon qui la détermine. Elle n'a donc aucun rôle pratique et, bien au contraire, embrouille la question.

Si nous avons pensé devoir créer des genres nouveaux pour la classification des Dermatophytes, c'est précisément parce que nous avons cru nécessaire d'établir une classification avec des genres très facilement reconnaissables par les médecins, et nous avons cru répondre ainsi à une utilité pratique, tout en restant dans le cadre scientifique de la question.

Quand à l'opinion de MM. Matruchot et Dassonville, qui classe les Dermatophytes parmi les Gymnoascées, elle nous a paru bien établie, et les faits que nous avons observés semblent la vérifier (*).

(*) Vuillemin, Classification normale, classement auxiliaire et groupement pratique des Champignons (*C. R. Ac. sc.* 12 janvier 1925).

CONCLUSIONS

a. L'étude du développement des Dermatophytes en cultures artificielles montre que les genres *Trichophyton*, *Microsporon*, *Achorion* et *Epidermophyton* sont des formes très voisines qui présentent des corps reproducteurs, pour la plus grande majorité, semblables, qui sont des fuseaux, des chlamydospores et des sortes de conidies assez semblables aux aleuries. L'observation de la cytologie de ces Champignons, qui n'avait jamais été entreprise jusqu'ici, n'apporte aucun caractère permettant de distinguer ces quatre genres, qui offrent tous un mycélium formé par des articles plurinucléés, des fuseaux et des chlamydospores également plurinucléées, et des aleuries à un seul noyau.

La distinction de ces quatre genres repose donc exclusivement sur les lésions qu'ils déterminent. Ce sont là des caractères qui, au point de vue botanique, ne peuvent servir de base à une classification. Ils sont d'autant plus arbitraires qu'il paraît établi, comme on le verra plus loin, que le même Champignon peut déterminer des lésions de natures très diverses.

b. Cependant les espèces du genre *Endodermophyton*, ainsi que l'*Achorion Schœnleinii*, le *Microsporon ferrugineum* et les *Trichophyton violaceum* et *album* se distinguent de tous les autres Dermatophytes par le fait qu'ils ne forment ni fuseaux, ni chlamydospores, ni aleuries, mais se reproduisent seulement aux dépens d'arthrospores. Leurs cultures présentent un aspect glabre qui les distinguent des Dermatophytes précédents, dont les cultures sont blanches. Ils méritent donc d'être séparés des espèces précédentes.

c. A l'exception de ces quelques espèces qui se distinguent des autres, les Champignons des genres *Trichophyton*, *Microsporon*, *Achorion* et *Epidermophyton*, après un certain nombre

de réensemencements sur milieux artificiels, présentent tous des phénomènes de dégradation qui s'accentuent à la longue et qui ont été mis en évidence par les belles recherches de SABOURAUD et désignés par le savant dermatologiste sous le nom de *pléomorphisme*. Nos recherches établissent que, dans les mieux caractérisés, le pléomorphisme s'établit graduellement en passant par les phases suivantes :

1° La culture initiale montre de nombreux fuseaux, puis parfois quelques chlamydospores et quelques aleuries, qui apparaissent après les fuseaux ;

2° Les fuseaux deviennent rares dans les cultures qui commencent à se pléomorphiser et sont remplacées par de nombreuses chlamydospores et de nombreuses aleuries.

On constate une série de formes intermédiaires entre les fuseaux, les chlamydospores et les aleuries, et il semble que les chlamydospores et les aleuries soient le résultat d'une dégradation des fuseaux ;

3° Les fuseaux cessent définitivement de se former et sont remplacés par des chlamydospores et des aleuries très petites et très nombreuses ;

4° Le mycélium devient de plus en plus mince et ne forme plus de corps reproducteurs. Il devient stérile. C'est la dernière phase de pléomorphisme.

Ce pléomorphisme est accompagné de modifications dans l'allure macroscopique de la culture, qui se transforme en un duvet blanc pléomorphique.

Contrairement à l'opinion de SABOURAUD, ce pléomorphisme s'observe dans tous les milieux, même dans le milieu d'épreuve, seulement il est plus ou moins long.

Nos études cytologiques montrent que les formes si variées qui ont été décrites dans le développement des Dermatophytes : chandeliers faviques, formes en raquette, etc., ne sont que des formes de dégénérescence pléomorphique des fuseaux auxquelles on ne saurait attribuer trop d'importance.

d. Partant de l'ensemble de ces faits et surtout des données apportées par l'étude du pléomorphisme, nous avons essayé d'établir une classification des Dermatophytes basée sur des caractères botaniques. Il est nécessaire d'éliminer dans la

classification tous les caractères dus au pléomorphisme et de ne tenir compte que des caractères de la culture initiale. La présence de fuseaux nous apparaît comme le caractère le plus spécifique de ces Champignons.

Ces données nous amènent à créer les genres suivants pour remplacer les genres *Trichophyton*, *Microsporon*, *Achorion*, *Endodermophyton* et *Epidermophyton*, qui sont tout à fait arbitraires ; ce sont :

1° Genre *Closterosporia*, comprenant les espèces qui, dans la culture initiale, offrent de nombreux fuseaux et quelques aleuries et chlamydospores ;

2° Genre *Closteroaleurosporia*, comprenant les formes présentant dans la culture initiale quelques fuseaux et de nombreuses aleuries et chlamydospores. On peut les considérer comme des formes dont le pléomorphisme s'opère dès la culture initiale ;

3° *Chlamydoaleurosporia*, comprenant les formes présentant des chlamydospores et des aleuries ;

4° Genre *Spirallia*, comprenant des formes avec fuseaux, aleuries et chlamydospores, mais produisant, en outre, des vrilles dont la présence est tout à fait caractéristique :

5° Genre *Aleurosporia*, comprenant des formes toujours dépouvues de fuseaux et de chlamydospores et ne montrant que des aleuries. On peut penser que ce sont des formes dont le pléomorphisme s'accuse d'une manière très intense, dès le début des cultures ;

6° Genre *Arthrosporia* caractérisé par l'absence de fuseaux, d'aleuries et de chlamydospores et se reproduisant exclusivement au moyen d'arthrospores ;

7° Genre *Malassezia*, caractérisé également par un mycélium ne produisant que des arthrospores, mais celles-ci, comme les articles du mycélium, étant uninucléées.

c. Les belles recherches de Matruchot ont démontré que les Dermatophytes se rattachent aux Gymnoascées, dont ils sont des formes ayant perdu la forme parfaite, c'est-à-dire la forme périthèce. Les organes pectinés, les vrilles et les organes nodulaires représenteraient donc les vestiges des périthèces. On doit donc considérer les Dermatophytes comme des

formes conidiennes de Gymnoascées. Toutefois, par le fait que ces Champignons sont dépourvus de périthèces, ils doivent trouver une place spéciale dans les Atélomycètes, et l'on peut créer pour eux le groupe des Atélogymnoascées ou Gymnoascées imparfaits.

f. Le genre *Endodermophyton*, ainsi que l'*Achorion Schœnleinii*, le *Microsporon ferrugineum* et le *Trichophyton violaceum* et *album*, paraissent être des Champignons tout à fait différents des autres Dermatophytes. Il est possible qu'ils leur soient apparentés, mais rien ne le prouve, et l'on n'est pas autorisé à les considérer, comme les autres, comme des formes conidiennes de Gymnoascées. Il serait donc prématuré de les classer parmi les Atélogymnoascées. Leur place est dans les Arthrosporées de VUILLEMIN.

g. Le genre *Malassezia* doit être également classé dans les Arthrosporées.

Le Champignon du pied de Madura ou *Madurella*, que nous avons étudié également, doit être aussi rangé parmi les mêmes Arthrosporées.

Les genres *Malassezia* et *Madurella* se distinguent par leurs arthrospores uninucléées des espèces précédentes, dont les arthrospores sont toujours plurinucléées.

Nous décrivons en outre une autre forme de Dermatophyte, l'*Aleurisma*, isolée par le Dr MASSIA d'une lésion identique à une Trichophytie étudiée par nous. Il s'agit d'une forme voisine du genre *Sporotrichum* et appartenant au genre *Aleurisma*, déjà trouvée par BUSQUET dans une lésion analogue. Ce Champignon ne correspond pas à l'espèce décrite par BUSQUET et constitue une espèce nouvelle que nous désignons sous le nom d'*Aleurisma Lugdunense.*

Le mycélium de ce Champignon est toujours composé d'articles uninucléés; ses conidies offrent également un seul noyau.

h. L'étude du *Rhinocladium Gougeroti* nous a permis de constater que ce Champignon présente des caractères tout à fait différents des autres *Rhinocladium*, agents de la Sporotrichose, et de le ranger dans le genre *Dematium*, sous le nom de *D. Gougeroti.*

i. Les résultats de nos recherches nous amènent à admettre

que les Mycoses n'ont rien de comparable avec les maladies bactériennes. Les Bactéries produisent des lésions spécifiques. Les Champignons, au contraire, paraissent produire des lésions variées, selon les cas, et un même Champignon peut déterminer des lésions très différentes. Cela ressort nettement de l'étude de l'*Aleurisma*, Champignon ne présentant aucune relation botanique avec les *Trichophyton* et produisant cependant une lésion semblable à une Epidermophytie, et surtout de l'étude des Sporotrichoses, maladies occasionnées par des Champignons tout à fait différents.

j. Nos recherches cytologiques sur ces divers Champignons nous ont permis de constater des faits qui intéressent la cytologie générale.

1° Dans tous les Champignons qui ont fait l'objet de cette étude, nous avons observé un système vacuolaire renfermant de la métachromatine. Cette substance se trouve normalement à l'état de solution colloïdale dans les vacuoles et se précipite, sous l'action des colorants vitaux et des fixateurs, sous forme de corpuscules métachromatiques. Nos recherches confirment à ce point de vue celles de P.-A. Dangeard. Nous n'avons, par contre, jamais constaté de formes de vacuoles rappelant les mitochondries. Les vacuoles apparaissent dans les filaments en voie de croissance, sous forme de petites vacuoles rondes, très nombreuses, qui, en se fusionnant peu à peu, arrivent à constituer de grosses vacuoles. Ces vacuoles paraissent naître *de novo* dans le cytoplasme.

2° Nous avons également mis en évidence, dans tous les Champignons, un chondriome, constitué surtout par des chondriocontes et qui n'a, contrairement à l'opinion admise par P.-A. Dangeard, rien de commun avec le système vacuolaire.

3° Enfin, nous avons constaté, dans tous les Champignons étudiés, la présence de petites granulations graisseuses ou lipoïdes, osmioréductrices ; celles-ci grossissent et se fusionnent pour constituer de gros globules oléagineux. Presque tous les Champignons nous ont montré également, en plus ou moins grande abondance, du glycogène sous forme de plages

dans le cytoplasme. Nous n'avons jamais constaté les moindres relations entre les granulations graisseuses ou lipoïdes et le glycogène, d'une part, et les mitochondries, de l'autre. Ces deux catégories de produits naissent dans le cytoplasme sans que le chondriome participe à leur formation.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Adamson. — Observations on the parasite of Ringworm (*Brit. Journ. of Dermatology*, vol. VII, 1895, p. 201-237).

— Cf. *Transactions of third international Congres of Dermatology*, London, 1897, p. 555.

Alibert. — Le Tokelau (*Atlas*, 1832).

Anderson. — Tokelau (*Edimburgh. med. Journal*, 1883).

Annales de dermatologie, 1892.

Arnozan et Dubreuilh. — De la trichophytie des mains et des ongles (*Arch. cliniques de Bordeaux*, 1892).

Balzer (F.). — Recherches histologiques sur le Favus et la Trichophytie (*Arch. gén. de médecine*, 1881, t. II, p. 387, 428).

— Note sur l'histologie des Dermatophyties (*Arch. de physiol.*, XII, 1884, p. 470).

Bang. — Sur une Trichophytie causée par un Dermatophyte nouveau (*Ann. de dermat.*, 1910).

Barraud. — Du Favus (*Thèse de Paris*, 1854).

Bary (de). — Morphologie und Physiologie des Pilze, Leipzig, 1886.

Bateman. — A. practical synopsis of cutaneous diseases.

Baudelocque. — Recherches anatomiques et médicales sur la Teigne faveuse (*Revue méd.*, 1831).

Baumes. — Nouvelle dermatologie, Lyon, 1842.

Bazin. — Recherches sur la nature et le traitement des Teignes, 1853.

— Expériences sur la dissémination dans l'air des spores du Favus (*Gaz. méd.*, 1854).

— Leçons théoriques sur les affections cutanées parasitaires.

— Cours de sémiologie cutanée suivie de leçons théoriques et pratiquées sur la Scrophule et les Teignes (in-8, Paris, 1855).

Beauverie et Hollande. — Corpuscules métachromatiques des Champignons des Teignes : Nouvelle technique de différenciation de ces parasites (*C. R. Soc. biol.*, 1916, p. 604).

Beauverie. — Études sur le polymorphisme des Champignons (*Thèse de Lyon*, 1900).

Béclère. — Les Teignes tondantes à l'École des teigneux de l'hôpital Saint-Louis, 1894 (*Annal. de dermatol.*, p. 687).

Benett. — On the vegetabile, nature of Tinea favosa (Porrigo lupinosa of Bateman) its symptoms, causes, pathology and treatment with colored plate (*The mondly Journal of medical sciences*, 1842, and *Transact. of the Royal Society of Edinburgh*, vol. XV, 2e partie, p. 277-294).

Berlese et Voglino. — Additamenta zu vol. I-IV (Voir P. V. Saccardo *Sylloge fungorum*, Padua, 1886).

Besnier (E.). — Considération sur les affections parasitaires en général et sur leur traitement (*Bull. de l'Ac. de méd.*, janvier 1884).

Besnier et Balzer. — Les Dermatomycoses (*Gaz. hebd. de méd. et de chir.*, 1882).

— Pityriasis versicolor (*Gaz. hebd.*, p. 326, 1882).

Beurmann (de) et Ramond. — Abcès sous-cutanés multiples d'origine mycosique (cas princeps) (*Ann. de dermatol. et de syph.*, 1903, p. 678).

Beurmann (de) et Gougerot. — Les Sporotrichoses (p. 120 et 668).

Bidault (C.). — Trich. cutanée déterminée par le vaccin de Génisse, dues au *Tr. asteroides* causant des placards cutanés (*Thèse de Paris*, 1911).

Blanchard (R.). — Sur les végétaux parasites non microbiens transmissibles des animaux à l'Homme et réciproquement (*Progrès médical*, 1892).

— Le Tokelau (*Annales de parasitologie*, 1901).

Blanchetière et Gougerot. — Actions chimiques produites par le *Sporotrichum* (*C. R. Soc. biol.*, 30 janv. 1909, t. LXXI, p. 202. — *Thèse de Blanchetière* : Contributions à l'étude biologique de quelques variétés du genre Sporotrichum pathogène pour l'Homme (Paris, 1909).

Bloch. — Das *Achorion violaceum*, ein bisher, unbekannter Famspilz (*Dermat. Zeitschr.*, XVIII, 1911).

Bloch (Bruno). — Die Baseler Trichophytie-Epidemie. Medizinische Gesellschaft Basel (in *Correspond. — Blatt f. Schweizer Ærtze*, 15 déc. 1907, s. 768).

— Immunité cutanée (*C. R. Soc. all. de dermat.*, Ve Congrès, 1908).

Bloch (Br.) et Massini. — Études sur l'immunité et l'hypersensibilité dans les maladies provoquées par les Trichomycètes (*Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten*, 1909, Bd. XIII, fasc. 1, p. 68-90. Cité p. 736).

Bodin (E.). — Les Teignes tondantes du Cheval et leurs inoculations humaines (*Thèse de Paris*, 1896).

— Articl. « Microsporon » (*la Pratique dermatologique*, t. I, p. 804).

— Note additionnelle sur la forme *Oospora* du *Microsporon* du Cheval (*Arch. de parasitol.*, 1829, t. II, n° 4, p. 605).

— Sur le pléomorphisme des Champignons pathogènes et en particulier du *Microsporon* du Cheval (*Congrès international de dermat.*, Paris, août 1900).

— Sur les Trichophyties de la barbe (*Ann. de dermat.*, déc. 1900, p. 1205).

— Les Champignons parasites de l'Homme (1 vol. *Collection Léauté*, 1902).

— Inoculations humaines du Favus de la Souris (*Soc. de dermatol.*, nov. 1903).

— Sur le Champignon du Favus de la Souris (*Achorion Quinckeanum*) (*Arch. des parasit.*, V, p. 5, 1902).

— Sur la pluralité du Favus (*Ann. de dermat. et de syph.*, 1894, p. 220).

— Note sur le Favus de l'homme (*Ann. de dermat. et de syph.*, 1893, p. 415).

— Sur le Favus à lésions trichophytoïdes (*C. R. Soc. biol.*, 1896, p. 711).

— Les champignons parasites de l'Homme, 1904, p. 64-65.

Boecke (J.). — Zwei Fälle. v. Pilzwucherungen am Trommelfell (*Ungarischer med. chir. Presse*, 1869 ; *Traité des maladies de l'oreille*).

Bollinger. — Ueber Pilzkrankheiten höherer und niederer Thiere (*Ærtzliches Intelligenzblatt*, 1880).

Bonnafoy. — Le Tokelau, 1893.
Borzi (A.). — Bargellinia, nuovo ascomicete dell' orecchio umane. — Malpighia, II, 1888, p. 469-476.
Bouchard. — Études expérimentales sur l'Herpès, Lyon, 1860.
Bouffard. — Pieds de Madura observés à Djibouti (*An. hyg. et méd. coloniales*, V, p. 636, 902).
Brault (J.) et Viguier. — Note sur une nouvelle espèce de *Trichophyton* à culture faviforme isolée à Alger (*C. R. Soc. biol.*, t. LXXVII, 1914, p. 342).
Brault. — *Trich. luxurians*, espèce nouvelle produisant des Kérions (*Presse méd.*, 25 sept. 1916, et *Ann. de dermat.*, t. VI, nº 2, 1916)
Brazzola (S.). — Contribute allo studio dei Saccaromiceti patogeni (*Boll. di Sci. Mediche di Bologno*, 1896, fasc. 2).
Brocq. — Traité de dermatologie, 1910. — *Annales de dermatologie*, 1890, p. 147.
Brumpt et Langeron. — Un nouveau Champignon parasite de l'Homme, le *Sporotrichum Janselmei* n. sp. (*Soc. méd. des hôpitaux*, 17 juin 1910, nº 19, p. 784, et *Bull. de la Soc. franç. de dermat. et de syphil.*, 7 juillet 1910, nº 7, p. 190). — Premier cas de Sporotrichose de Jeanselme (compl. in *Bull. et Mémoire de la Soc. méd. des hôp. de Paris*, 27 juin 1910, nº 20, p. 824).
Brumpt. — Colite à *Tetramitus Mesnili*, *Blastocystsi hominis* n. sp. et formes voisines (*Soc. pathol. exot.*, X, p. 728, 1912).
— Précis de parasitologie, 1922, Paris, Masson.
— Les Mycétomes (*Arch. de parasitologie*, X, p. 489, 574, Pl. XII-XXI, 1906 ; *Thèse de Paris*, 1906).
Bunch. — On ringworm infection in man and animals (*Biol. med. Journ.*, nº 2093, 1901, p. 323).
Busquet. — Étude morphologique d'un Cryptogame nouveau (*Thèse de Lyon*, 1890).
— Étude morphologique d'une forme d'Achorion, l'*Achorion Arloing* (*Ann. de micr.*, 1891).

Castellanni (A.). — Tinea imbricata (Tokelau) (*Brit. Journ. of dermat.*, déc. 1913).
— Mannual of tropical medicine, 3e édit., 1919.
— The growth of the Fungus of Tinea imbricata. Endodermophyton concentricum, on artificial media (*Journ. of trop. med. and hyg.*, t. XIII, p. 370-372). — Further researches on the Hyphomycete of Tinea imbricata (*ibid.*, t. XIV, p. 81-83).
— Observations on a new species of Epidermophyton found in Tinea cruris (*Journ. of Sc.*, t. V, juillet 1910, p. 203, 1 pl.).
— (R.). *Journ. of tropical med. and hyg.*, XI, 261-268, 1 pl., 1908.
— (A.). — Tropical dermatomycoses (*Journ. of trop. med. and hygiene*, XI, p. 261-268, 1 pl., 1908).
Castellani et Chalmers. — Manual of tropical diseases, 1913, p. 786.
— Brief note on the cultural characters of *Trichophyton balcaneum*. Cust. the cause of a pseudo-pityriasis capitis (*Journ. of trop. med. and hygiene*, 15 sept. 1919, p. 173-174, 2 fig.).
— Le Tokelau (*British Journal of dermatologya*, déc. 1913).
— Le Tokelau (*Journal of Trop. med.*, 1910-1911).

CASTELLANI et CHALMERS. — Sporotrichoses (deux cas à Ceylan, malades nos LXV et LXVI : premiers cas où est signalé le *Sp. indicum*) (*Sp. Beurmanni* var. *indicum*) (*Jour. of tropical medicine*, 1908, et *Manual of tropical medicine*, 1910, p. 622 et 1095).

CAZALBON. — Achor. annulosum (*Revue de path. comparée*, 1914).

— Sur les teignes microscopiques des Équidés. Deux Microsporons nouveaux (*Ier Congrès intern. de pathologie comparée*, séance du 19 octobre 1914).

CAZENAVE. — Dict. de méd., 1844, 2e édit., vol. XXIX, art. « Teigne », p. 338.

— Traité des maladies du cuir chevelu, 1850, p. 210.

— Porrigo decalvans et Herpes tonsurans (*Ann. des maladies de la peau*, 1843-1844, p. 37-44).

CERRI et BESTA. — Ueber die Toxine von Asp. fumigatus und Asp. flavescens, und deren Beziehungen zur Pellagra (*Centralbl. für allg. Pathol. und pathol. Anat.*, t. XIII, p. 141, déc. 1902).

CHALMERS (A. J.) et MARSHALL (A.). — Tinea capitis tropicalis in the anglo-egyptian Sudan. The systematic position of the genus Trichophyton Malmsten, 1845 (*Journ. of trop. med. and hyg.*, t. XVII, 1914, p. 257 et 289).

CHARRIN et OSTROWSKY. — L'*Oidium albicans* agent, pathogène général (*C. R. Ac. sc.*, t. CXX, p. 1234, 1895).

CHAULIAC (GUY DE). — La grande chirurgie restituée par Laurens Gaubert, Lyon, 1641.

CHRISTENSEN et HEKTOEN. — Two cases of generalized Blastomycosis (*Journ. of the american medicale Association*, jul. 28, 1906, p. 247-252).

CLEARY. — A case of generalized Blastomycosis (*Trans. of the Chicago pathol. Soc.*, VI, p. 105-113, 1904 ; *Medicine*, novembre 1901, X, p. 818).

CONHEIM. — Zwei Fälle von mycosis der Lungen (*Virchow's Archiv*, 1865, Bd. XXXIII, p. 167).

CORNIL et BOMIER. — Des affections parasitaires de la peau (*Manuel d'histol. pathol.*, 1876, p. 1217 et suiv.).

COSTA et FAYET. — Sur l'immunité acquise dans les Trichophyties (*C. R. Soc. biol.*, t. LXX, 1911, p. 153).

COSTANTIN et SABRAZÈS. — Étude morphologique des Champignons du Favus (*C. R. Soc. biol.*, 23 mai 1893, et *Archives de méd. expér. et d'anat. pathol.*, mai 1893).

— Remarques sur le Favus de la Poule (*Bull. Soc. mycol.*, t. IX, 1893).

COSTANTIN et LUCET. — Recherches sur quelques *Aspergillus* pathogènes (*Ann. des Sc. natur. de Botanique*, 9e série, 1905, p. 137).

COSTANTIN. — Les levures des animaux (*Bull. Soc. myc.*, t. XVII, 1906).

COURMONT (P.). — Types nouveaux de Teignes exotiques (*Arch. de méd. et d'anat. pathologiques*, p. 700, 1896).

— De l'inoculabilité à l'animal de *M. Audouini* (*Province méd.*, 1896, et *C. R. Soc. biol.*, 13 juin 1896).

COURMONT (J.). — Travaux lyonnais sur le Favus circiné épidermique (*Province méd.*, VI, 1892).

DAMPIER. — Le Tokelau (*Voyage autour du monde*, 1889).

DANGEARD (P.-A.). — Note sur les corpuscules métachromatiques des Levures (*Bull. Soc. mycol. France*, 1916).

— La métachromatine des Mucorinées (*Bull. Soc. myc. France*, 1916).

Dangeard. — La métachromatine chez les Algues et les Champignons (*Bull. Soc. bot. France*), 1916.
— Nouvelles recherches sur la nature du chondriome et de ses rapports avec le système vacuolaire (*Bull. Soc. bot. France*).
— Le chondriome du *Saprolegnia* : sa nature et son rôle (*C. R. Ac. sc.*).
Dangeard (Pierre). — Recherches de biologie cellulaire (*Thèse de doctorat ès sciences*, Paris, 1923).
Desir de Fortunet et J. Courmont. — Étude expérimentale sur un Champignon trouvé chez l'Homme dans une lésion circinée de la peau qu'il faut considérer comme une lésion favique (*Ann. de dermat.*, 1890).
Devergie. — Traité pratique des maladies de la peau, édit. 1857.
— Art. du « Nouveau Dict. de méd. chirurg. et hyg. vét. », 1858.
Diday et Rollet. — Annuaire de la syphilis et des maladies de la peau, Paris-Lyon, 1858.
Draper. — Observations de sources faveuses, 1854. — Première leçon sur les affections cutanées parasitaires de Bazin, 2e édit., Paris, 1862.
Dubendorfer (E.). — Ein Fall von Onychomycosis blastomycetica (*Centr. f. Derm.*, Bd. VII, 1904).
Dubini. — Sulla natura vegetable de la tigna vera o favosa (*Gazz. med. Milano*, 1842, p. 65-68).
Dubreuilh (W.). — Deux cas d'Onychomycose (*Journal de méd. de Bordeaux*, 23 fév. 1890).
— Formes atypiques de Favus (*Journal des maladies cutanées et syph.*, 1890, p. 152.
— Observation de Trichophytie palmaire (*Société de médecine et de chirurgie de Bordeaux*, janvier 1891).
— Des moisissures parasites de l'Homme et des animaux supérieurs (*Arch. de méd. exp.*, III, p. 428, 1891).
Duclaux. — *Soc. biol.*, 16 janvier 1886, et *Thèse de Feulard* : Teignes et Teigneux, Paris, 1886.

Eidam. — Beitrag zur Kenntniss der Gymnoascus (*Cohn's Beitr.*, III, 1880).
Engler. — Natürlichen Pflanzenfamilien, I, Abt. 1.

Fabry (F.). — Ueber Onychomycosis Favosa (*Arch. f. Derm. und Syph.*, 1890).
Feulard. — Teignes et Teigneux (*Thèse de Paris*, 1886).
Fischer. — Sycosis parasitaria durch ein newes microsporum von Tiertype (Microsporum xanthodes) (*Derm. Woch.*, avril 1918).
Foulerton. — On the morphology and pathogenie action of *Spoothrrix Schenki* (*Transact. pathol. Soc. London*, 1900-1901, p. 259).
Fournier et Sabouraud. — Syphiloïde infantile due au *Pityriasis versicolor* (*Bull. méd.*, VIII, p. 678, 1894).
Fox (Tilbury). — The True nature and meaning of parasitic diseases of the surface (*The Lancet*, 2 et 9 juillet 1859 et sept. 1859).
— Skin diseases of parasitic origin. their nature treatment (*Edimburg med. Journal*, 1886, p. 875).
Fox (Colcott). — Transactions of the third Congress of Dermatology, 1896, London.
Fox et Lancet. — Le Tokelau, 1874.

Franz Blumenthal et Asta von Haupt. — *Clin. Univ. et polycl. malad. cutan.*, Berlin.

— Immunisatorische Vorgänge bei der Trichophytie des Menschen (*Deutsch. mediz. Woch.* 8 janvier 1920, p. 37).

Fuchs. — Die Krankhaften veranderungen der Haut, 3 vol., in-8, Gœttingen, 1840 (Voir *Facus*, t. II, p. 509-512).

Furbringeb. — Beobachtungen ueber Lungenmykose beim Menschen (*Virchow's Archiv*, 1876, Bd. LXVI, p. 33).

Gedoelst. — Les Champignons parasites de l'Homme et des animaux, Lamertin, Bruxelles, 1902.

Gravitz (G.). — Beiträge zur systemat. Botanik der pflanzlichen Parasiten mit experiment. Utersuch. u. d. durch sie bedingten Krankheiten (*Arch. f. path. Anat. und Physiol. und f. klin. Med.*, 1877, p. 540).

— Ueber Schimnelvegetationen in Tierischemorganismus (*Arch. f. path. Anat. und Physiol. und f. klin. Med.*, 1880).

— Ueber die Parasiten des Soors, des Favus und Herpes tonsurans (*Wirchow's Archiv*, 1886).

Grawitz (P.). — Bemerkungen zu der Abhandlung von H. Leslie Roberts : Untersuchungen über Reinculturen des Herpes tonsurans Pilzes (*Monatsh. f. prakt. Derm.*, IX, 1890, n° 10).

Grigoraki (L.). — Les Champignons parasites du syndrome de Beurmann et Gougerot et l'espèce *Rhinocladium Gougeroti* (*Bulletin Société de mycol.*, t. XL, fasc. 3, 1924).

— Contribution à l'étude de Dermatophytes (*C. R. Académie de sciences*, 15 déc. 1924).

Grigoraki et Péju. — Quelques espèces nouvelles de Toula (*Bull. Soc. mycol.*, t. XXXVIII, fasc. 3, 1922).

— Étude de quelques espèces nouvelles de levures isolées de certains exsudats pathologiques de l'homme (*Bull. Société de mycologie*, t. XXXVIII, fasc. 3, 1922).

— Sur une nouvelle espèce du germe Debaryomyces (*C. R. Soc. biol.*, 4 juillet 1924).

Grigoraki et Massia. — Sur une Épidermophytie occasionnée par une espèce nouvelle : *Aleurisma Lugdunense* (*C. R. Soc. biol.*, t. XCI, déc. 1924).

Gruby. — Mémoire sur une végétation qui constitue la vraie Teigne (*C. R. Ac. sc.*, 12 juillet 1841, t. XIII, p. 72).

— *C. R. Ac. sc.*, t. XV, p. 512 ; *C. R. Ac. sc.*, t. XVIII, p. 583, 1844.

Guéguen (F.). — *Microporon depauperatum*, nouveau parasite cutané. Considération sur la systématique des Champignons des Teignes (*Arch. de parasitologie*, t. XIV, n° 3, 8 juillet 1911).

— Les Champignons parasites, Paris, 1904.

— Considérations sur la systématique des Champignons des Teignes (*Arch. parasitol.*, t. XIV, p. 426, 1911 : *Micr. depauperatum*.

— Emploi du soudan III comme colorant mycologique seul ou combiné au bleu-coton et à l'iode (*Bull. Soc. myc. de France*, 1906, fasc. III).

Guiart. — Précis de parasitologie, 1924.

Guilliermond. — Les progrès de la cytologie des Champignons (*Progressus rei botanica*, 1913).
— Recherches cytologiques sur les Levures (*Thèse doctorat ès sciences*, Paris, 1902).
— Les corpuscules métachromatiques ou grains de volutine (*Bull. Institut Pasteur*, 1906).
— A propos des corpuscules métachromatiques ou grains de volutine (*Arch. f. Protistenkunde*, 1910).
Sur les mitochondries des Champignons (*C. R. Soc. biol.*, 1913).
— Recherches sur le chondriome chez les Champignons (*Rev. gén. botanique*, 1915).
— Sur le chondriome des Champignons. A propos des récentes recherches de M. Dangeard (*C. R. Soc. biol.*, 1918).
— Sur la métachromatine des Champignons (*C. R. Soc. biol.*, 1920).
— Observations cytologiques sur le cytoplasme d'un *Saprolegnia* (*la Cellule*, 1920).
— Sur les éléments figurés du cytoplasma chez les Végétaux (*Arch. biol.*, 1921).
— Nouvelles recherches cytologiques sur les Saprolégniacées (*la Cellule*, 1923).
Guyon. — Le chondriome des cellules adipeuses (*C. R. Soc. biol.*, 1924).

Hallier. — Parasitologische Untersuchungen, Leipzig, 1868.
— Phytopathologie, Leipzig, 1868.
— Die Nature des Favuspilzes und sein Verhältnis zu *Penicillum glaucum* (*Lenaischezeitschr.*, II, 2).
Hallier et Hagen. — *Zeitschr. f. Parasitenkunde*, 1869-1870, passim.
Harry. — *Dermatolog. Wochenschr.*, Bd. LXXV, 1922.
Hassenstein. — *Zeitschr. f. Parasitenk.*, 1870.
Hebra et Caposi. — Traité de maladies de la peau, trad. Doyon, 1869.
Hektoen and Perkins. — Refractory subcutaneous abcessus caused by *Sporothrix Schenki*. Non pathogenic Fungus (*Journal of esper. medicine*, 1900, p. 77, et *Journal of the Boston Soc. of medicinal*, t. CLXXIX, 1900, p. 179).
Henneberg, Ueber das Volutin (*Centralbl. f. Bakter.*, Bd. XLV, 1916).
Heusinger. — Bericht v. d. kœnigl. Zootom. Austalt. zu Wurzburg, 1826.
Horta (P.). — Contribution à l'étude des Dermatomycoses du Brésil, *Microsporon flavescens* n. sp. agent d'une nouvelle microscoporie (*Mem. do Inst. Osw. Cruz.*, t. III, fasc. 2, p. 301, 1 pl., 1912).
— Microsp. Gruby (*Mem. do Instituto Osw. Cruz.*, ano 1911, t. III, fasc. 2).
Hudelo, Sabouraud, Pichon. — *Soc. Franç. de dermat. et syph.*, février 1923, *Tr. violaceum* sur femme à plaques alopéciques.

Jacquetaut (J.-C.). — Essai sur le Favus (*Thèse de Lyon*, 1847).
Jadassohn. — Verhandlungen der deutschen dermatologischen Gesellschaft; Congress zu Prag. (*Arch. f. Dermat. und Syph.*, 1889, p. 77; cité p. 540).
Jæger. — Ueber Entstechung von Schimmel im innern der thierischen Kœrpers (1816) (*Meckel's Arch. für Anat. u. Phys.*, 1816).
Jeanselme et Paul Chevallier. — Sporotrichoses à foyers multiples (*Bull. et Mémoire de la Soc. méd. des hôp. de Paris*, 1910).
Jeanselme. — Le Tokelau dans l'Indochine française (*C. R. Soc. biologie*, p. 122, 1901).

JEANSELME-BLOCH. — Épidémie de Favus (*Soc. franç. de dermat. et syph.*, février 1923).
JOYEUX (CH.). — Sur le *Trichophyton soudanense* n. sp. (*C. R. Soc. biol.*, t. LXXII, juillet 1912, p. 15).
— *Trichophyton soudanense* (*Arch. de parasitologie*, p. 449, 1914).

KAPOSI. — Pathologie et traitement des maladies de la peau, 1891.
KAUFMANN-WOLFF. — Ueber Pilzerkrankungen der Hande und Füsse (*Dermat. Zeitschr.*, 1914).
KONIGER. — Le Tokelau (*Virch. Arch.*, 1878).
KOTLIAR. — La morphologie du *Micr. furfur* (*Vratche*, n° 42, p. 2055, 1892).
— Contribution à l'étude de la pseudo-tuberculose aspergillaire (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, p. 479, 1894).
KRAL. — *Xe Congrès intern. des sc. méd.*, Berlin, 8 août 1890.

LAILER. — Leçons cliniques sur les Teignes (Trad. Landouzy, 1878).
LANGENBECK. — C. R. de la polyclinique de Gœttingen, dans *Annales hanoviennes de Holscher*, 1840.
— *Neue Notizin aus dem Gebiete der Nat. und Heilk.*, von L. Frorich und R. Frorich, Weimar, 1841, n° 422, p. 58-60, et d'un Repertorium für Anat. und Phys. von Valentin, 1842, p. 59.
LANGERON et OTA. — Nouvelle classification des Dermatophytes (*Arch. de parasitol.*, oct. 1923).
LANGERON (M.). — *Sporotrichum Carougeaui* (*Bull. Soc. path. exot.*, juin 1922).
LANGERON et HORTA. — *Cladosporium Wernecki* Horta, 1921 (*Bull. Soc. path. exot.*, 1922).
LANGERON. — Nouveau Traité de médecine, IV, Masson, 1922.
— *Sporotrich. Carougeaui* (*Bull. Soc. path. exot.*, XV, juin 1922).
— *Actinomyces Salvati* (*Bull. Soc. path. exot.*, juillet 1922).
— *Hormodendron Fontoinonti* (*Bull. Soc. path. exot.*, juin 1922).
— Utilité de deux nouvelles coupures génériques dans les Périsporiacées : *Diplostephanus* n. g. et *Carpentela* n. g. (*C. R. Soc. biol.*, 1922, p. 343).
— *Sporotrichum Carougeaui* n. sp. (*Archives Paris*, 1913).
LEBERT. — Mémoire sur la Teigne (*Physiol. pathol.*, t. II, Paris, 1845, p. 477).
LÉVEILLÉ. — Art. « Mycologie » du Dict. univ. d'hist. naturelle, Paris, 1847, t. VIII.
LINA CARNEIRO. — Un caso de Onicose. Tr. Crat. (*Ac. Med. modern*, 1922).
LINDAU (G.). — Rabenhorst's Kryptogamen Flora, Pilze, VIII, 1907.
LINK. — *Species pl. Fungi*, I, p. 1.
LOUBIÈRE. — Recherches sur quelques Mucédinées caséicoles (*Thèse de Paris*, 1924).
LUCET. — Étude expérimentale et clinique sur l'*Asp. fumigatus* (*Bull. 201 de méd. vétérinaire*, p. 585, 1896).
LUTATI. — Trich. unguéale familiale (*Giorn. ital. d. malattie ven. e d. pelle*, t. LVIII, f. 1, 1917, p. 54, 68).

MACÉ. — Études sur les Mycoses expérimentales (*Thèse de Paris*, 1903).
MAHON. — Recherches sur la nature des Teignes, 1829, p. 140.

Mangenot. — Rech. sur les constituants du cytoplasme dans les Algues (*Arch. de morph. gén. et expér.*, 1922).
Mangenot et Emberger. — Sur les mitochondries animales et végétales (*C. R. Soc. biol.*, 1921).
Mangin. — Formation normale et formation désordonnée de conidies chez les Aspergillées (*C. R. Ac. sc.*, t. CXLVII, p. 261-263).
Manson. — Le Tokelau (*China imp. Mar. Cust. med. Report*, 1879 ; *Med. Times and Gazette*, 1979 ; *Tropicale Diseases*, London, 1898).
Mario-Truffi. — Ricerche sperim. sulle Teigne (*Est. del giornale italiano della Malattie vener. e del. pelle*, fasc. III, IV, V, VI, 1909, e. 1, 1902).
Martin (P.). — *Jahresb d. k. Centralthierarzneichule in Munchen*, 1883.
Matakieft (I.). — Sur *Pityriasis versicolor* (*Thèse de Nancy*, 1895).
Matruchot et Dassonville. — Sur une forme de reproduction d'ordre élevé chez les Trichophytoses (*ibid.*, t. XVI, 1900, p. 201).
— — Sur le Champignon de l'Herpès et les formes voisines et sur la classification des Ascomycètes (*Bull. Soc. mycol. de France*, t. XV, 1899, p. 240).
— — Sur les Teignes du Chien, Paris, Asselin et Houzeau, 1902.
— — Problème mycologique relatif aux Teignes (*Bull. Soc. centrale de méd. vétér.*, sept. 1901).
— — Recherches expérim. sur l'Herpès du Cheval (*Congrès de l'A. F. A. S.*, Session Nantes, 11 août 1898).
— — Sur la position systématique des Trichophytons et des formes voisines dans la classification des Champignons (*C. R. Ac. sc.*, t. CXXVIII, 1895).
— — *Eidamella spinosa*, Dermatophyte produisant des périthèces (*Bull. Soc. mycol. de Fr.*, XVII, 2, 1901, p. 123-132).
— — Sur le *Ctenomyces serratus* Eidam comparé aux Champignons des Teignes (*Bull. Soc. mycol. fr.*, 1899).
Matruchot (L.). — Les Champignons pathogènes, agents des Sporotrichoses (*C. R. Ac. sc.*, 28 février 1910).
Matruchot et Ramond. — Un type nouveau de Champignons pathogènes chez l'Homme (*C. R. Soc. biol.*, 4 nov. 1905, t. LIX, p. 379).
Meederwoort. — Le Tokelau (*Med. Tydsch. v. Geneesk*, 1859).
Mégnin. — Présentation de cultures des Champignons de quelques Teignes d'animaux domestiques (*Bull. de la Soc. centr. de méd. vétér.*, 1890, p. 183).
— Les Teignes chez les Chevaux (*Arch. génér. de méd.*, sept. 1878).
Mello (F. de). — *Trichophyton Viannai*, n. sp. the infecting agent in a case of dermatomycosis (*Indian of med. Res.*, t. V, p. 222-223, Pl. XXXIV, juillet 1917).
Mielaret. — Le Tokelau (*Ann. méd. naval*, 1891).
Molenes y Costines. — *Pityriasis versicolor* (*Arch. gén. méd.*, 1891).
Montoya y Florez. — Recherches sur les Caratès de Colombie (*Thèse fac. méd.*).
Montpellier (Jean). — Trichophytie à Alger (*Bull. de la Soc. de path. exot., de Paris*, 1893).

Nicolas V. Greco. — Origine des tumeurs (Étiologie du cancer) et observations de Mycoses (Blastomycoses, etc.) argentines.
Nicolas et Lacome. — Six cas de Favus humain (*Soc. méd. des hôp.*, 27 juin 1905).
— Dermatomycose des régions glabres causée chez l'Homme par le *Micro-*

sporon canis (*Soc. des sciences vétérinaires de Lyon*, 16 mars 1906 et *Ann. de dermatol et syphil.*, 1906, p. 321).

Nieuwenhuis. — Le Tokelau (*Arch. f. Derm. u. Syph.*, 1898).

Noël (Robert). — Recherches histo-physiologiques sur la cellule hépatique des Mammifères (*Thèse doctorat ès sciences*, Paris, 1922).

Noiszewski. — Drobnoustroj jaglicowy (*Microsporum trachomatosum*) (*Gazetta Lekarska*, 1890, nº 50, p. 998 ; *anal. in Central. f. Bakt.*, Bd IX, 1891, p. 318).

Ostrowsky. — Les infections bactériennes. Recherches sur l'Oïdiomycose (*Thèse de Paris*, 1897).

Ota. — Recherches sur les Trichophyties en Mandchourie (*Journ. japon. de dermatol. et syph.*, 1921).

— et Langeron. — Nouvelle classification des Dermatophytes (*Arch. de parasitol.*, 1923).

— — Contr. à l'étude du *Trich. purpureum*, *Tr. interdigitale* et *Tr. Hodges* (*Arch. of Derm. and. Syph.*, juin 1922, vol. I, p. 613-713).

— *Microsporon ferrugineum* (*Bull. de la Soc. path. exot.*, 12 juillet 1922 ; *Trich. Pedis*, 1922).

— *Micr. ferrugineum* et *Trich. pedis* (*Bull. de path. exot.*, juillet 1922).

Owen (R.). — *Philosophical Magazine*, 1833.

Pécus (M.). —Une épidémie de Trichophytie équine (800 cas). Analyse mycologique par M. le Dr Sabouraud (*Revue gén. de méd. vétérinaire*, 15 mai 1909, nº 154).

Pénau. — Contribution à la cytologie de quelques microorganismes (*Rev. gén. botanique*, 1912).

— La cytologie du *Sporotrichum Beurmanni* (*Soc. de biol.*, 1912).

Petzes. — Épidémie familiale de Favus du cuir chevelu aux environs de Bordeaux (*Presse médicale*, t. XXII, fasc. 25, 1914).

— Épidermomycoses (*Congrès de dermatologie*, Paris, 1922).

Phlen. — Le Tokelau (*Meuse's Handbuch*, 1905).

Photinos (Geo-T). — Contribution à l'étude et au traitement des affections cutanées et ganglionnaires de la région inguino-crurale, 1906, p. 81, Maloine.

Pinoy et Masson. — Mycétome du poumon de l'âne (*Bull. Soc. path. exot.*, p. 11, 1915).

Pinoy. — Sur une teigne cutanée du Singe (*C. R. Soc. biol.*, t. LXXII, 1912, p. 54). — Épidermophyton du Singe (*Bull. Soc. pathol. exot.*, t. V, 1912, p. 60).

Plato et Guth (H.). — Ueber den Nachweis feinerer Wachsthum svorgänge in Trichophyton und anderen Fadenpilzen mittels Neutralroth (*Zeitschrift fur Hygiene und Infectionskrankheiten*, Leipzig, 1901).

— — Sur la découverte de délicats processus de croissance de Trichophytes (*Zeitschr. für Hygiene*, p. 319).

Poncet et Lacome. — Recherches sur la toxicité des cultures d'Actinomycose et la présence de leurs produits solubles.

Priestley (H.). — *Microsporon scorteum* n. sp. from a case of ringworm in man. (*Ann. of trop. med. a. paras.*, t. VIII, 1914, p. 113).

Priestley. — Ringworm and allied peras. skin. dis. in Australia (in *Med. Journ. Aust.*, 1917).

Quincke (H.). — Ueber Favus (*Tageblatt der 58. Versammlung deutschem Naturforscher und Ærzte*, 1885).
— Ueber Favuspilze (*Arch. f. exper. Pathol. und Pharmac.*, Bd. XXII, p. 62, 1886).
— Ueber Herpes tonsurans (*Monatsh. f. prakt. Dermatol.*, t. VI, 1887, n° 22).

Rayer. — *Traité théorique et pratique des maladies de la peau*, Paris, J.-B. Baillière, 1826, 2 vol. in-8 avec atlas ; 2e édit., 1835, 3 vol. in-8, atlas de 20 planches.
Remak. — Diagnostiche pathogenische Untersuchungen, Berlin, 1845, VII.
— Muscardine und Favus (*Porrigo lupinosa*), p. 193-215.
— Combat l'opinion de Henle dans *Medizinische Zeitung herausgegeben von dem Vereine für Heilkunde in Preussen*, Berlin, 1840, n° 16, p. 73, 74. Analysé dans *Repertorium für Anat. und Physiol.* de Valentin, 1841, t. IV, p. 58.
— Dissert. inaug. : De morbo scrofulo, Von Xaverus Hub. Berolini, 1837, p. 19.
— Diagnost. u. pathogenetische Untersuchungen, 1845.
Renon. — Essais d'immunisation contre la Tuberculose aspergillaire (*C. R. Soc. biol.*, 20 juillet 1895).
— Étude sur l'Aspergillose chez l'Homme et chez les animaux, Masson, Paris, 1897.
Rivallier. — *Tr. Endothrix* (*Soc. Fr. de derm. et syph.*, avril 1922).
Robin (Ch.). — Histoire naturelle des végétaux parasites qui croissent sur l'homme et sur les animaux vivants, 1853 (avec Atlas, 15 pl.).
Rosenbach (F.-J.). — Ueber die Tiefen und Eitern den Trichophyton. Erkrankungen und deren Krankheitserreger (*Monatsschrf. prakt. Dermatol.*, Bd. XXIII, 1896, p. 169).
Rousseau et Serrurier. — *C. R. de l'Académie des sciences*, 1841.
Roux. — Le Tokelau (*in* Traité des maladies des pays chauds, 1888).

Sabouraud (A.). — Les Teignes, 1910.
— Les Trichophyties humaines, 1894.
— Les Trichophyties à dermites profondes (*Ann. Inst. Past.*, 1893, juin, p. 497).
— *La pratique dermatologique*, t. II, art. « Favus ».
— *Arch. de méd. expér.*, p. 565-586 ; p. 737-763, fig. et pl., 1907.
Sartory. — Champignons parasites de l'Homme et des animaux, Lefrançois, 1922. — Mycoses pulmonaires, 1924.
Sartory (A.) et Demanche. — Étude d'une nouvelle levure (*C. R. Soc. biol.*, 27 juillet 1907, p. 261 ; Étude d'une levure (*Cryptococcus Rogerii* n. sp.) isolée d'un pus de péritonite par perforation de l'estomac (*Bull. Soc. de méd. fr.*, t. XXIII, 4 fasc., 1907).
Sartory (A.), G. Blaque et Schulmann. — Un cas de Sporotrichose pulmonaire (*C. R. Ac. sc.*, t. CLXVII, p. 247, 5 août 1918).
Schenk. — On refractory subcutaneous abcessus caused by fungus possibly related to the sporotricha (*John Hopkin's Hospital medical Bulletin*, 1898, p. 286).

Schonfeld. — Favus endémique autochtone en Poméranie (*Münch. med. Woch.*, 9 déc. 1921).

Schonlein. — *Arch. f. Anat. und Phys.*, v. f. Muller, Berlin, 1839, p. 82 ; Zur Pathogenie der Impetigines von Prof. Schönlein, *in* Zurich, Pl. III, fig. 5.

Schulmann (E.) et Masson (A.). — Étude clinique d'un cas de Sporotrichose pulmonaire (*Bull. et Mém. Soc. méd. hôp. Paris*, t. XLII, 3e série, p. 776-780, 19 juillet 1918).

Schutz. — Ueber das Eindringen von Pilzsporen in der arthmungswege Mittheilungen der kaiserl. Gesundheitsamte, 1884, Bd. II.

Selenew. — Onychia blastomycetica (en russe) (*Journal russe de dermat.*, janv. 1907).

Siebenmann. — *Die Schimmelmykosen des menschlichen Ohres* (Wiesbaden, 1889).

Sluyrer. — *Pityriasis versicolor* (Berolini, 1847).

Spillmann (L.) et Jeannin. — *Soc. méd. de Nancy*, 23 avril 1913 ; *Ann. de dermat. et syph.*, 1913.

Splendore (A.). — Sporotrichoses américaines (*Brazil medico*, 1909, p. 361-365, 1 planche).

Tamson. — Le Tokelau (*Geneesk. Tijdschr. v. med. Jud.*, 1898).

Theile. — *Hensinger's Zeitschr f. d. organ. Phys.*, 1827.

Tribondeau. — Le Tokelau dans les possessions françaises du Pacifique oriental (*Archives de médecine navale*, t. LXXII, p. 5, 1899).

Van Herwerden. — Nature and significance of volutin (*Proc. Roy. Acad. Amsterdam*, 1917).

Van de Velde (Th.-H.). — De la présence des Blastomycètes dans les affections génitales de la femme (*Neder. Tijdschr. voor Geneesk.* 14 sept. 1907).

Vasconcellos (F.). — Contribution à l'étude des Dermatomycoses du Brésil. *Trichophyton griseum* n. sp. (*Mem. de Inst. Oswaldo Cruz*, t. VI, f. 1, p. 11, 2 pl.).

Verujsky (D.-M.). — Recherches sur le morphologie et la biologie des Tr. tonsurants et de l'*Achorion Schœnleini* (*Ann. Inst. Pasteur*, 1re année, no 8, 369-391).

Vuillemin. — Les Conidiosporées (*Bulletin Soc. des sciences de Nancy*, juin-septembre 1910).

— Matériaux pour une Classification rationnelle des *Fungi imperfecti* (*C. R. Ac. Sc.*, t. CL., p. 882-884, 4 avril 1910).

— Différence fondamentale entre le genre *Monilia* et les genres *Scopulariopsis*, *Acmosporium* et *Catenularia* (*Bulletin de la Société mycol.*, t. XXVII, 1911, p. 137).

— *Bull. des Séances de la Soc. des Sc. de Nancy*, t. XI, fasc. II, p. 142.

— Les bases actuelles de la systématique en mycologie (*Progressus Rei botanicæ*, t. XI, p. 1-170, 1907).

— Les Champignons : essai de classification (*Encyclopédie scientifique*, Paris, Doin, 1912).

— Classification de Champignons parasites (*Acad. Sciences*, 1910).

— Sur un Champignon parasite de l'Homme : *Glenosporagraphii* (*C. R. Ac. sc.*, 18 janv. 1912).

Vuillemin. — Les caractères spécifiques du Champignon *Pityriasis versicolor* (*Malassezia furfur*) (*C. R. Ac. Sciences*, n° 17, 27 avril, p. 1852, 1899).
— Remarques sur les Mycétomes (*Arch. de méd. expérimen.*, t. XXVIII, p. 446-451, 1919).

Watson (E. A.). — A note on equine Sporotrichosis (Note sur la Sporotrichose du Cheval) (*Canadian veter. Record*, avril 1920).
Widal (F.) et Abrami. — Séro-diagnostic de la Sporotrichose par la sporo-agglutination. La coagglutination mycosique et son application au diagnostic de l'Actinomycose. La réaction de fixation (*Bull. et Mém. de la Soc. méd. des hôp. de Paris*, 19 juin 1908, n° 22, p. 947, et *Trib. méd.*, 25 juillet 1908, n° 30, p. 455).
Widal. — Agglutination et fixation sporotrichosiques, coagglutination et cofixation (*Bull. et Mém. de la Soc. méd. des hôpitaux de Paris*, 3 juillet, n° 24, p. 7).
Wolbach (S. B.), Sisson (W. R.) et Meier (P. C.). — A new pathogenic Sporotrichum found in a base of acute arthritis of the knee following injury (*Sporotrichum Councilmanni*) (*Journ. of med. Res.*, t. XXXVI, juillet 1917, p. 327-355, 4 pl.).

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

« Microsporon lanosum ». (Gross. · 500.)

Fig 1 à 7. — Fuseaux parfaits de la culture initiale.
Fig. 8 à 15. — Fuseaux dégradés d'une culture, au début du pléomorphisme.
Fig. 16 à 21. — Transformation des fuseaux en chlamydospores.
Fig. 22 à 30. — Transformation des chlamydospores en aleuries.

PLANCHE II

Divers types de fuseaux. (Gross. : 400, sauf fig. 4, 5 et 6, grossies de 1 200 fois.)

Fig. 1. — Fuseaux de *Microsporon fulvum*, dans une culture âgée de quarante-cinq jours.
Fig. 2. — Fuseaux d'*Achorion gypseum*, dans une culture âgée de trente jours.
Fig. 3. — Fuseaux d'*Epidermophyton inguinale*, dans une culture âgée de trente jours.
Fig. 4. — Fuseau de *Microsporon fulvum*, à un plus fort grossissement.
Fig. 5. — Fuseau de *Microsporon fulvum*, en voie de germination (en culture sur cellule Van Tieghem).
Fig. 6. — Fuseau d'*Achorion gypseum*, en voie de germination (en culture sur cellule Van Tieghem).

PLANCHE III

Fuseaux d' « Achorion » gypseum. (Gross. : 750.)

Fig. 1 à 10. — Diverses formes de fuseaux parfaits.
Fig. 11 à 21. — Dégradation des fuseaux et leur transformation en chlamydospores.
Fig. 22 à 33. — Formation de chlamydospores et d'aleuries.

PLANCHE IV

Germination des fuseaux (fixation au formol et coloration à l'hématoxyline ferrique). (Gross. : 1 500.)

Fig. 1. — Fuseau d'*Achorion gypseum*.
Fig. 2. — Fuseau de *Microsporon fulvum*.
Fig. 3 et 4. — Germination des fuseaux d'*Achorion gypseum*.
Fig. 5 à 7. — Germination des fuseaux de *Microsporon fulvum*.

PLANCHE V

« Epidermophyton inguinale » (fixation au formol et coloration à l'hématoxyline ferrique). (Gross. : 750.)

Fig 1 et 2. — Fuseaux d'*Epidermophyton inguinale*, en voie de germination.

Fig. 3 à 7. — Chlamydospores dont quelques-unes sont en voie de germination.
Fig. 8. — Début de formation de fuseaux.
Fig. 9 à 14. — Filaments mycéliens (dans la figure 12, on aperçoit des chondriocontes).

PLANCHE VI

« Achorion Quinckeaneum et gallinæ » (fixation au picroformol et coloration à l'hématoxyline ferrique). (Gross. : 1 200.)

Fig. 1 et 2. — Fuseaux jeunes d'*Achorion gallinæ*.
Fig. 3 et 4. — Fuseaux en formation d'*Achorion Quinckeaneum*.
Fig. 5. — Fuseau entièrement constitué d'*Achorion Quinckeaneum*.
Fig. 6 à 9. — Chlamydospores de l'*Achorion Quinckeaneum*.
Fig. 10. — Aleurie d'*Achorion Quinckeaneum* en voie de formation.
Fig. 11. — Aleurie en germination de l'*Achorion Quinckeaneum*.
Fig. 12. — Filament d'*Achorion Quinckeaneum* avec quelques mitochondries et un noyau en voie de division.
Fig. 13 à 15. — Filaments d'*Achorion Quinckeaneum*.

PLANCHE VII

« Microsporon fulvum » (fixation au formol et coloration à l'hématoxyline ferrique). (Gross. : 1 200.)

Fig. 1 à 4. — Cellules en raquettes.
Fig. 5 à 11. — Diverses phases de formation des fuseaux avec division nucléaire.
Fig. 12. — Fuseaux jeunes avec noyaux et mitochondries.
Fig. 13. — Filaments avec mitochondries.

PLANCHE VIII

« Trichophyton acuminatum » (fixation au formol et coloration à l'hématoxyline ferrique). (Gross. : 1 200.)

Fig. 1 et 2. — Chlamydospores, dont l'une en voie de germination.
Fig. 3 à 16. — Filaments avec formation de chlamydospores et d'aleuries.

PLANCHE IX

« Trichophyton granulosum, lacticolor et asteroides » (fixation au formol et coloration à l'hématoxyline ferrique). (Gross. : 1 200.)

Fig. 1 à 10. — Formation et diverses phases de germination des chlamydospores, dans le *Trichophyton lacticolor* (1 à 5) et dans le *Trichophyton granulosum* (5 à 10).
Fig. 11 à 31. — Aleuries dont quelques-unes en germination dans le *Trichophyton asteroides*.

PLANCHE X

Aleuries de « Trichophyton crateriforme » (fixation au formol et coloration à l'hématoxyline ferrique). (Gross. : 1 200.)

Fig. 1 à 11. — Diverses modes de formation d'aleuries avec rétraction cytoplasmique et évidement des filaments.
Fig. 12. — Extrémité de filament en voie de croissance.

PLANCHE XI

« Microsporon Audouini » (fixation au formol et coloration à l'hématoxyline ferrique). (Gross. : 1 200.)

Fig. 1. — Aleuries.

Fig. 2. — Aleuries en germination.
Fig. 3 à 19. — Diverses formes de filaments stériles avec de très longs articles à cytoplasme très vacuolisé.

PLANCHE XII

« Achorion Schœnleinii » (fixation au formol et coloration à l'hématoxyline ferrique). (Gross. : 1200.)

Fig. 1. — Filament avec arthrospores.
Fig. 2 à 21. — Arthrospores dont la plupart sont en voie de germination.
Fig. 22. — Filament pléomorphique avec mitochondries.

PLANCHE XIII

« Achorion Schœnleinii ». (Gross. : 1 200.)

Fig. 1. — Arthrospores isolées.
Fig. 2 à 6. — Filaments jeunes avec arthrospores, dans une culture en cellules de trois jours.
Fig. 7 à 10. — Filaments avec arthrospores allongées, à la suite d'une dégradation due à un grand nombre de réensemencements.
Fig. 11 à 15. — Formation de grosses chlamydospores et de petites chlamydospores ou aleuries, dans une culture pléomorphisées âgées de quelques jours.
Fig. 16 à 19. — Filaments minces se séparant au niveau d'aleuries.

PLANCHE XIV

« Endodermophyton tropicale ». (Gross. : 750.)

Fig. 1. — Arthrospores isolées, dans une culture âgée de trente jours.
Fig. 2 à 11. — Filaments âgés renfermant des arthrospores dont le plus grand nombre ont dégénéré et se sont vidés.
Fig. 12 à 16. — Filaments avec arthrospores nouvellement formées, dans une culture sur cellule Van Tieghem.
Fig. 17 à 23. — Filaments dont les arthrospores se sont allongées et ont pris l'aspect phalangiforme, par suite du pléomorphisme.

PLANCHE XV

Fuseaux de diverses espèces de « Microsporon » dans des cultures très âgées. (Gross. : 500.)

Fig. 1. — *Microsporon lanosum.*
Fig. 2. — *Microsporon Audouini.*
Fig. 3. — *Microsporon felineum.*
Fig. 4. — Fuseau de *M. lanosum*, à un très fort grossissement (Gross. : 1 500).

PLANCHE XVI

Phase de dégradation des fuseaux dans « Achorion gypseum » et « Epidermophyton inguinale ». (Gross. : 750.)

Fig. 1 à 14. — Phase de chlamydosporisation des fuseaux dans *Achorion gypseum.*
Fig. 15 à 46. — Phases diverses de chlamydosporisation et d'aleurisation dans *Epidermophyton inguinale.*

PLANCHE XVII

Phases d'aleurisation dans diverses espèces. (Gross. : 750.)

Fig. 1 à 28. — Phase d'aleurisation du *Microsporon fulvum*.
Fig. 29 à 38. — Phase d'aleurisation et aleuries détachées, dans *Achorion gypseum*.
Fig. 39 à 44. — Phase des filaments stériles dans *Microsporon lanosum*.
Fig. 45 et 46. — Phase d'aleurisation dans *Trichophyton asteroides*.

PLANCHE XVIII

Aspect des fuseaux, modes de formation des aleuries, des vrilles et des ébauches de périthèces dans « Achorion Quinckeaneum » et dans « Trichophyton asteroides et radiolatum ». (Gross. : 1 000.)

Fig. 1 à 5. — Formes diverses des fuseaux imparfaits dans *Trichophyton asteroides*.
Fig. 6 à 10. — Aleurisation dans *Trichophyton radiolatum*.
Fig. 11 et 12. — Deux chlamydospores formées en sorte de hernie aux dépens d'un filament courbé, avant la production d'aleuries, dans *Trichophyton asteroides*.
Fig. 13 à 15. — Ébauches de vrilles dans *Trichophyton asteroides*.
Fig. 16 à 18. — Formation de vrilles à un stade plus avancé, dans la même espèce.
Fig. 19 à 22. — Vrilles arrivées à leur complet développement, dans la même espèce.
Fig. 23 à 26. — Très petites aleuries en voie de formation et isolées, dans la même espèce.
Fig. 27 et 28. — Périthèces avortés dans *Achorion Quinckeaneum*, en culture en cellule de quarante-huit heures.

PLANCHE XIX

Aleuries en formation et en germination dans divers « Trichopyton » et filaments jeunes et formation d'arthrospores dans « Malassezia furfur ». (Gross. : 1 000.)

Fig. 1. — Hyphes sporifères jeunes, aux divers stades de formation d'aleuries, dans *Trichophyton acuminatum*, dans une culture âgée de quarante-huit heures, en cellules Van Tieghem.
Fig. 2 à 4. — Germination des aleuries dans *Trichophyton acuminatum*.
Fig. 5 à 9. — Germination d'aleuries dans une culture de vingt-quatre heures de *Trichophyton radiolatum*.
Fig. 10. — Arthrospores d'une culture âgée de *Malassezia furfur*.
Fig. 11 à 15. — Filaments avec arthrospores non détachées de *Malassezia furfur*.
Fig. 16. — Filaments très jeunes de *Malassezia furfur*, en cellule Van Tieghem.

PLANCHE XX

Aleurisma lugdunense et Dematium Gougeroti. (Gross. : 750.)

Fig. 1 et 2. — Aleuries en voie de germination, dans une culture de vingt-quatre heures d'*Aleurisma lugdunense*.
Fig. 3. — Divers stades de formation d'aleuries dans une ramification, dans *Aleurisma lugdunense*, en culture en cellule Van Tieghem, de trois jours.
Fig. 4. — Aleuries achevées ou libérées du même Champignon.
Fig. 5 à 8. — Germination des conidies du *Rhinocladium Gougeroti*.

PLANCHE XXI

Dematium Gougeroti. (Gross. : 750.)

Formation de levures en milieu liquide.

PLANCHE XXII

« Rhinocladium Beurmani et Schenki » (fixation au liquide de Bouin à l'hématoxyline ferrique). (Gross. : 1 000.)

Fig. 1 à 12. — Formation des conidies dans *Rhinocladium Beurmanni*.
Fig. 13 à 29. — Filaments et conidies dans *Rhinocladium Schenki*.
Fig. 30 à 35. — Conidies isolées dans la même espèce.

PLANCHE XXIII

« Aleurisma lugdunense » et « Malassezia furfur » (fixation au formol et coloration à l'hématoxyline ferrique). (Gross. : 1 200.)

Fig. 1 à 6. — Filaments et formation d'aleuries dans *Aleurisma Lugdunense*.
Fig. 7 à 18. — Filaments jeunes de *Malassezia furfur*.
Fig. 19 à 30. — Arthrospores attachées et isolées de la même espèce.

PLANCHE XXIV

Globules graisseux dans diverses espèces, obtenus dans une solution d'acide osmique à 2 p. 100. (Gross. : 1 200.)

Fig. 1 à 4. — Formes diverses de dégénérescence graisseuse desfuseaux de *Microsporon fulvum*.
Fig. 5 à 7. — Globules graisseux dans les cellules en raquettes et les filaments jeunes du *Microsporon lanosum*.
Fig. 8 à 10. — Globules graisseux dans *Endodermophyton tropicale*.
Fig. 11. — Globules graisseux dans les arthrospores de *Malassezia furfur*.
Fig. 12 et 13. — Globules graisseux dans les filaments et les aleuries d'*Aleurisma Lugdunense*.

PLANCHE XXV

Vacuome dans diverses espèces (coloration vitale au rouge neutre). (Gross. : 1 500.)

Fig. 1 à 4. — Développement du vacuome dans des fuseaux en voie de développement du *Microsporon fulvum*.
Fig. 5 à 7. — Vacuome dans les fuseaux de l'*Epidermophyton inguinale*.
Fig. 8 à 9. — Vacuome dans les fuseaux de l'*Achorion gypseum*.
Fig. 10. — Vacuome dans les fuseaux de *Microsporon lanosum*.
Fig. 11 à 14. — Vacuome dans les chlamydospores de *Microsporon lanosum*.
Fig. 15. — Vacuome dans les arthrospores de *Madurella*.
Fig. 16. — Vacuome dans un filament très jeune de *Microsporon pubescens*.
Fig. 17. — Vacuome dans une hyphe aleurifère de *Trichophyton asteroides*.
Fig. 18. — Vacuome dans un filament et dans une chlamydospore d'*Aleurisma Lugdunense*.

PLANCHE XXVI

Divers Champignons montrant leurs noyaux et leurs corpuscules métachromatiques (fixation au formol et coloration à l'hémalun).

Fig. 1 à 3. — Fuseaux de *Microsporon lanosum*, à différents stades de leur développement. Dans la figure 2, on ne voit pas les noyaux et, dans la figure 3, les corpuscules métachromatiques ne sont pas visibles. Dans les deux autres figures, ils sont en grand nombre dans les vacuoles et colorés en rouge vineux.
Fig. 4. — Filament jeune de l'*Achorion Quinckeaneum* ; on y voit les noyaux très nombreux et les vacuoles remplies de corpuscules métachromatiques.

Fig. 5. — Formation d'aleuries par rétraction du cycloplasme et évidemment du filament, dans le même Champignon.
Fig. 6. — Aleuries en voie de germination.
Fig. 7. — Filament âgé du même Champignon, divisé en petites chlamydospores.
Fig. 8 à 12. — Filaments à arthrospores de *Madurella*.

PLANCHE XXVII

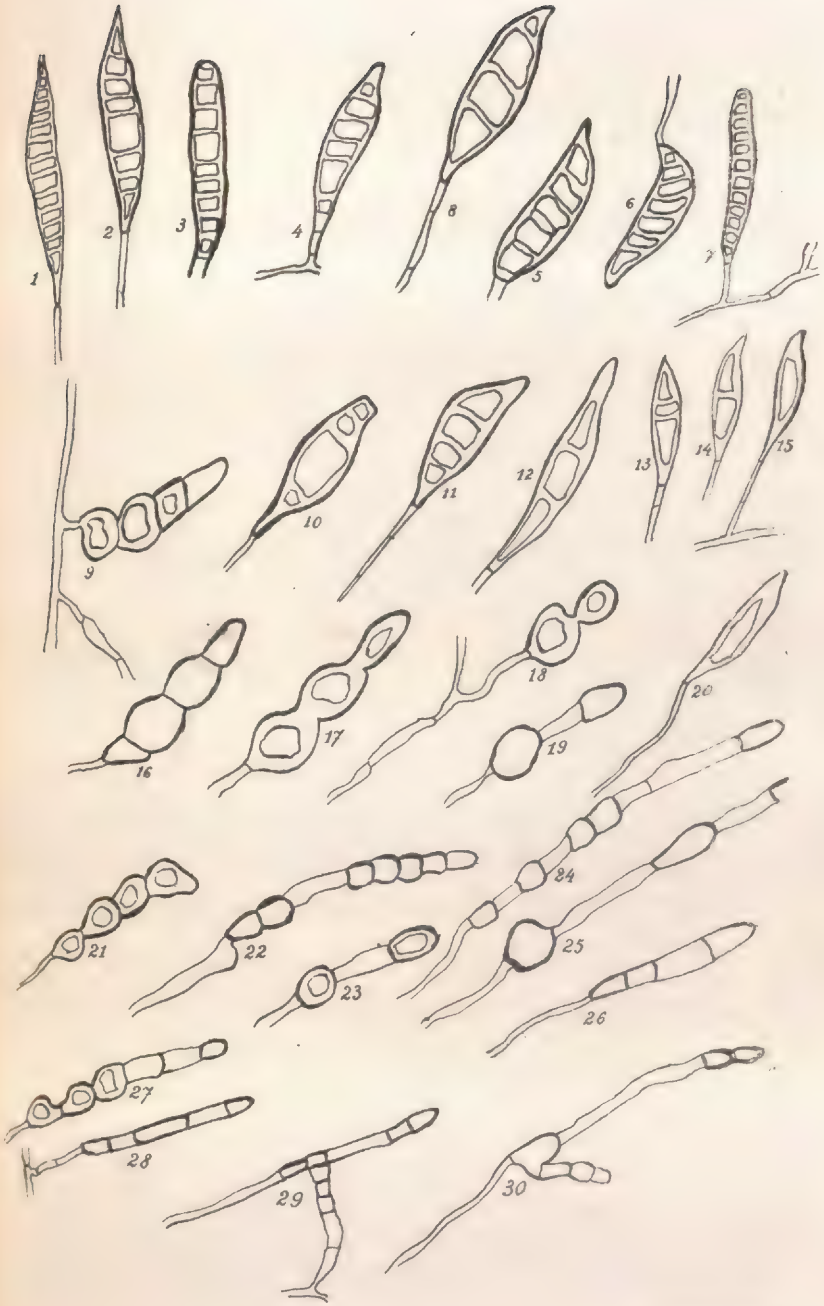
Glycogène dans divers Champignons traités par le réactif iodo-ioduré.
(Gross. : 1 500.)

Fig. 1. — Fuseau de *Microsporon lanosum*.
Fig. 2. — Fuseau de *Microsporon fulvum*.
Fig. 3. — Fuseau d'*Epidermophyton inguinale*.
Fig. 4 et 5. — Fuseaux d'*Achorion gypseum*.
Fig. 6 à 9. — Fuseaux en voie de formation dans *Achorion gypseum*.
Fig. 10 et 11. — Glycogène dans les filaments à raquettes du *Microsporon lanosum*.
Fig. 12 et 13. — Glycogène dans les chlamydospores de la même espèce.
Fig. 14. — Glycogène dans le mycélium d'*Aleurisma Lugdunense*.

PLANCHE XXVIII

Glycogène dans divers Champignons traités par le réactif iodo-ioduré.
(Gross. : 750.)

Fig. 1 et 2. — Glycogène dans les arthrospores de *Madurella*.
Fig. 3 et 4. — Glycogène dans les arthrospores d'*Achorion Schœnleinii*.
Fig. 5 et 6. — Glycogène dans les chlamydospores de l'*Achorion gallinæ*.
Fig. 7 à 10. — Glycogène dans les chlamydospores de *Microsporon lanosum*.
Fig. 11 à 17. — Glycogène dans les chlamydospores de *Trichophyton crateriforme*.



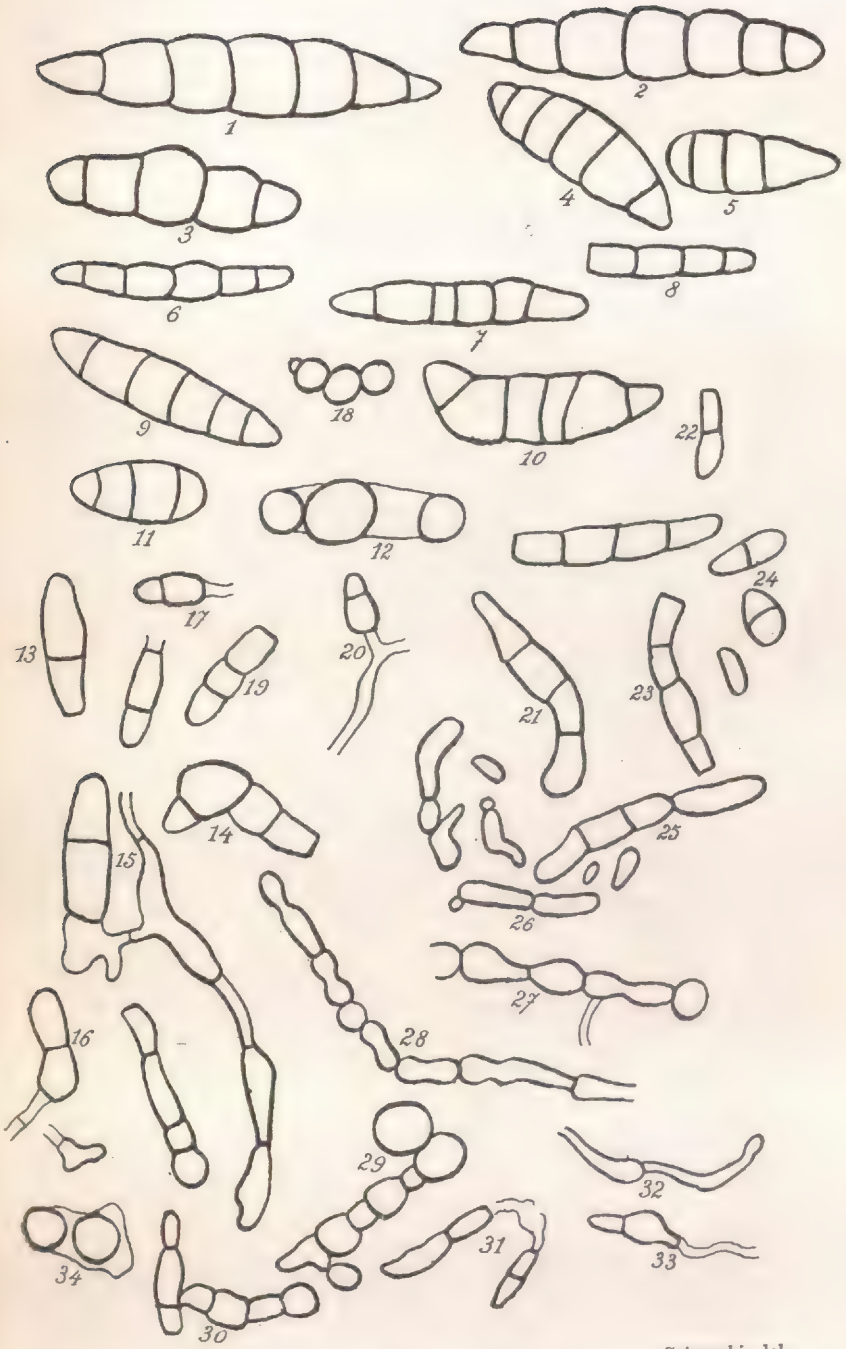
Grigoraki del.

Microsporon lanosum.

A

Grigoraki del.

Divers types de fuseaux et leur germination.



Grigoraki del.

Fuseaux d'Achorion gypseum.

Grigoraki del.

Germination des fuseaux.

Grigoraki del.

Epidermophyton inguinale.

Grigoraki del.

Achorion Quinckeanum et Ach. Gallinae.

Grigoraki del.

Microsporon fulvum.

Grigoraki del.

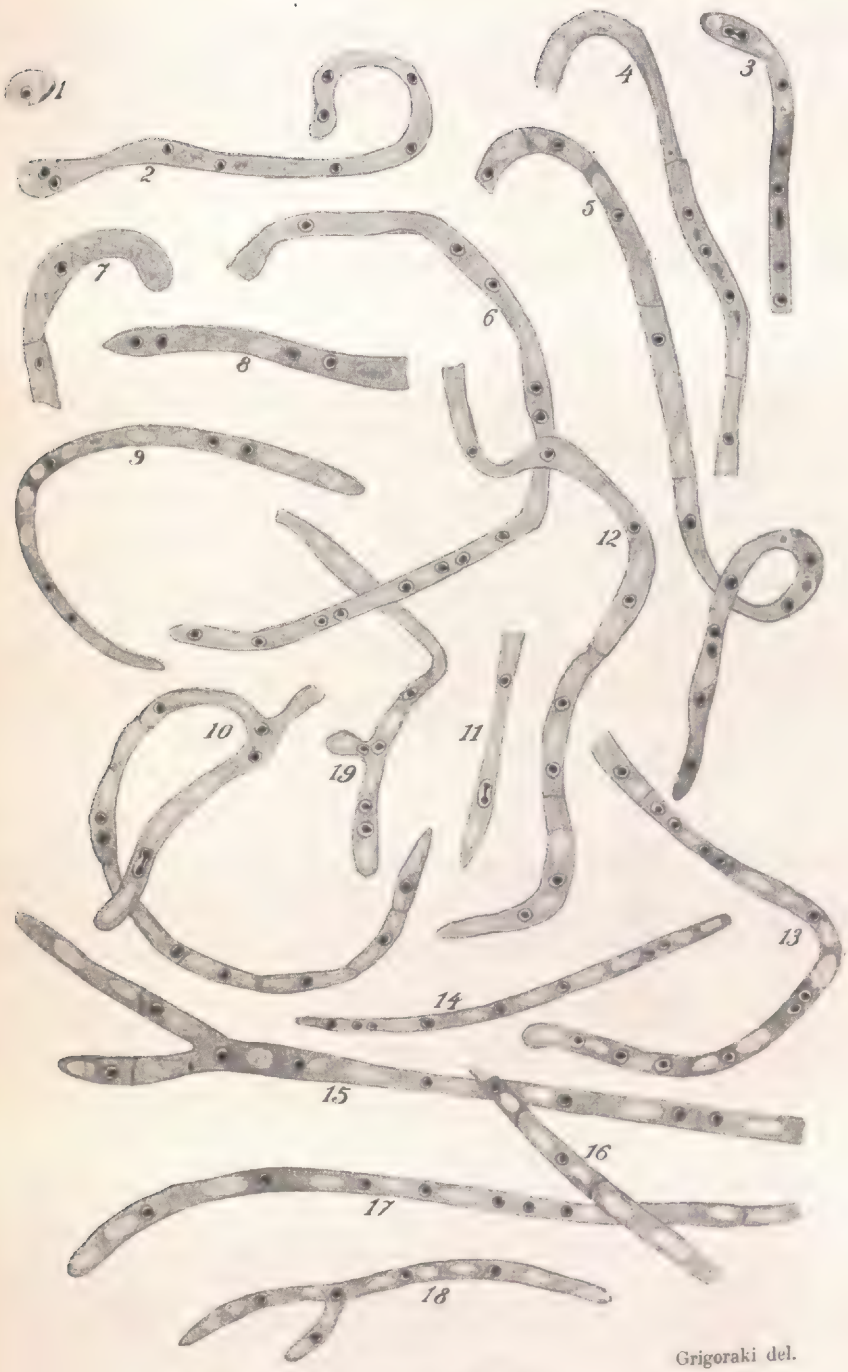
Trichophyton acuminatum.

Grigoraki del.

Trichophyton granulosum, lacticolor et asteroides.

Grigoraki del.

Trichophyton crateriforme.

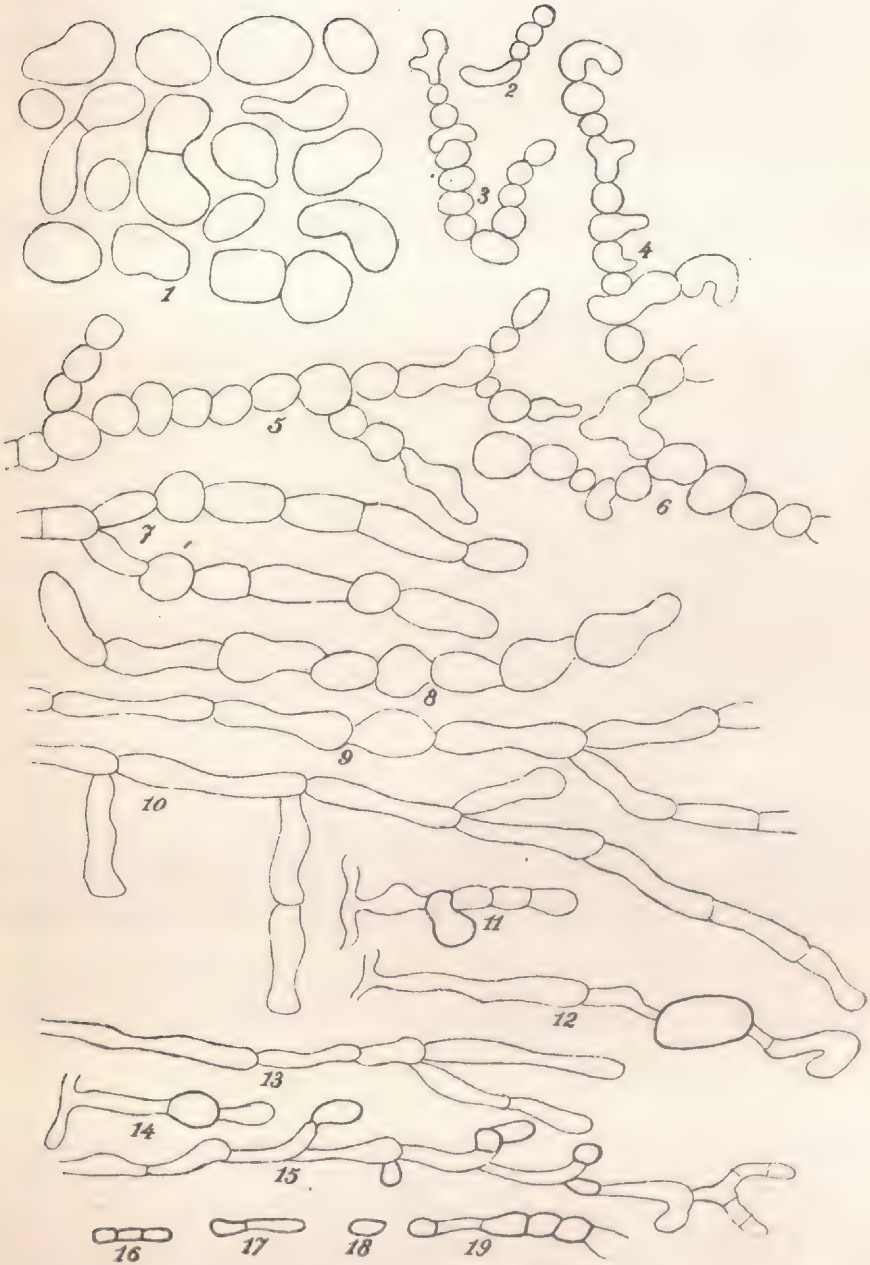


Grigoraki del.

Microsporon Audouini.

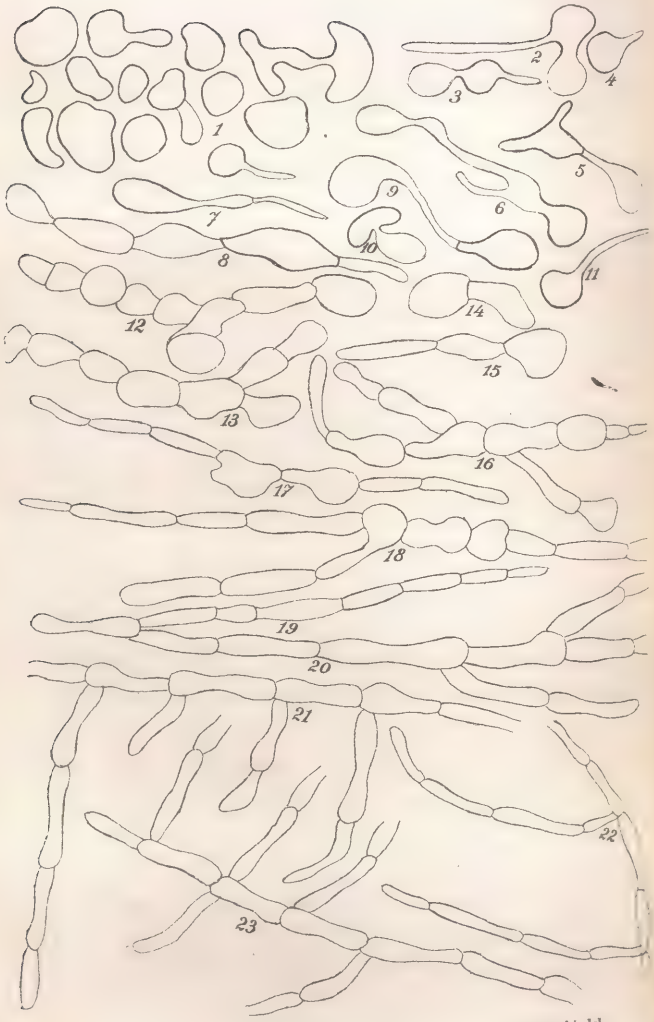
Grigoraki del.

Achorion Schönleinii.



Grigoraki del.

Achorion Schönleinii.

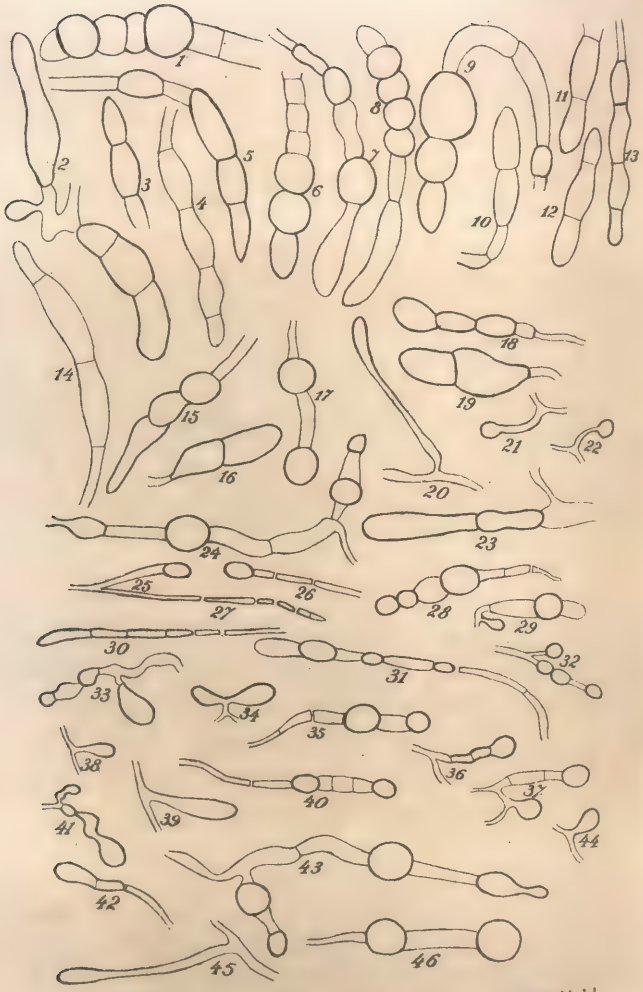


Grigoraki del.

Endodermophyton tropicale.

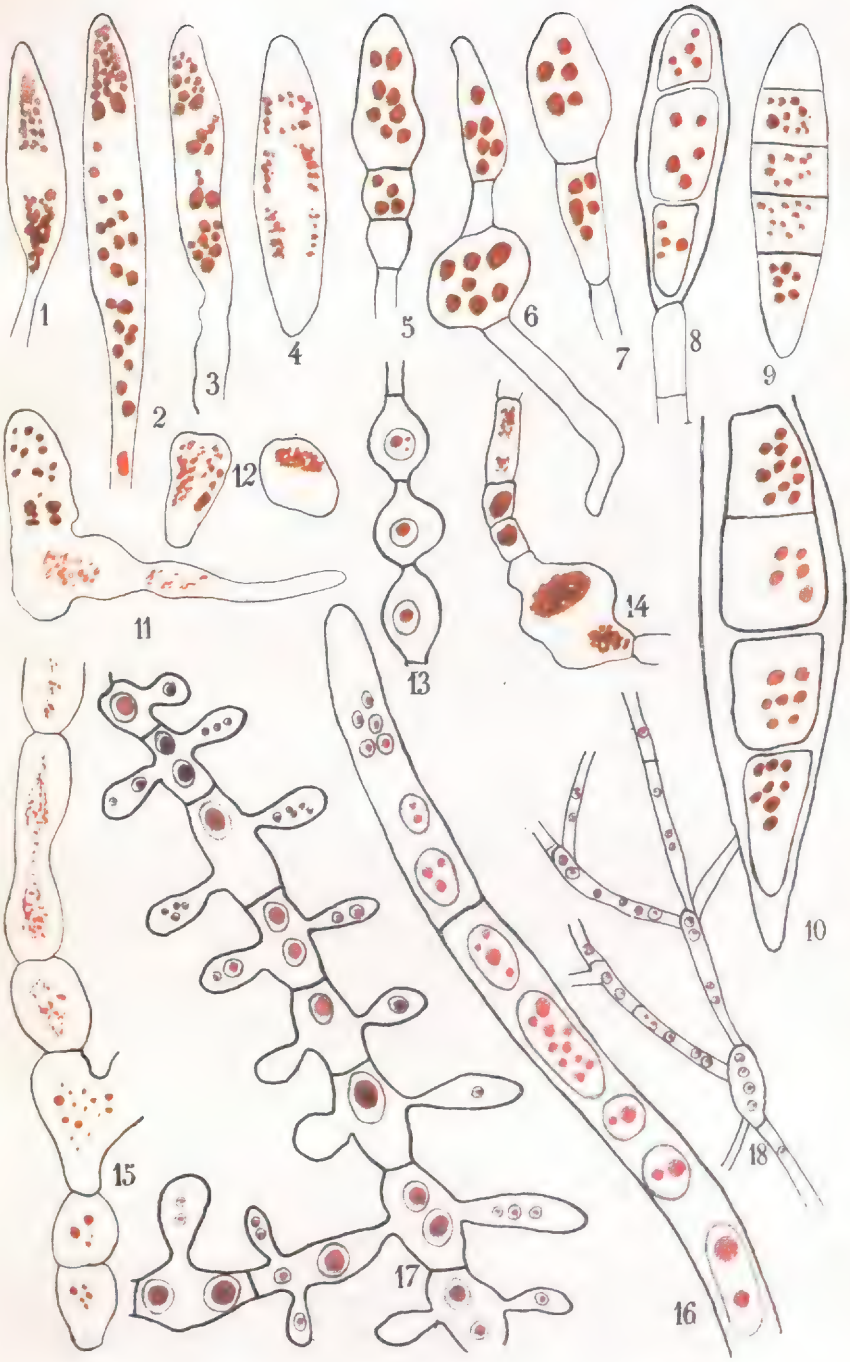
Grigoraki del.

Fuseaux de divers Microsporon.



Grigoraki del.

Dégradation des fuseaux dans Achorion Gypseum et Epidermophyton inguinale.

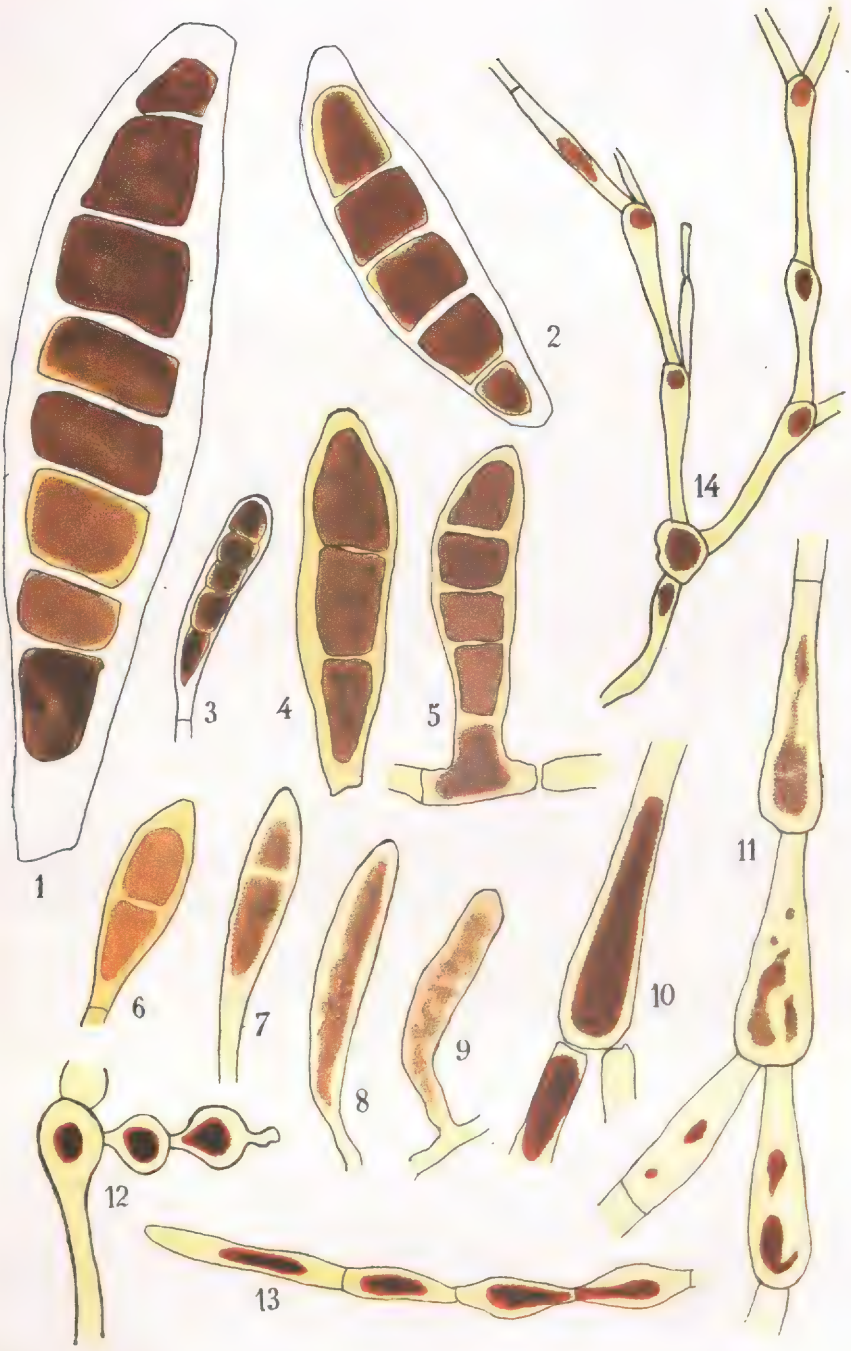


Grigoraki del.

Vacuome dans diverses espèces.

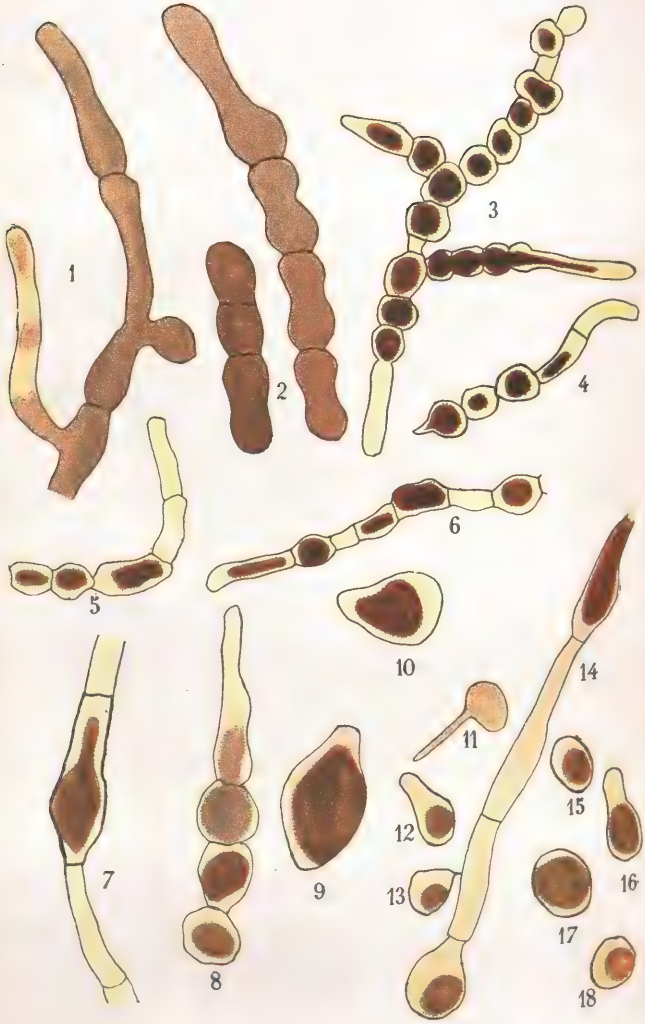
Grigoraki del.

Noyaux et corpuscules métachromatiques dans divers Champignons.



Grigoraki del.

Glycogène dans divers Champignons.

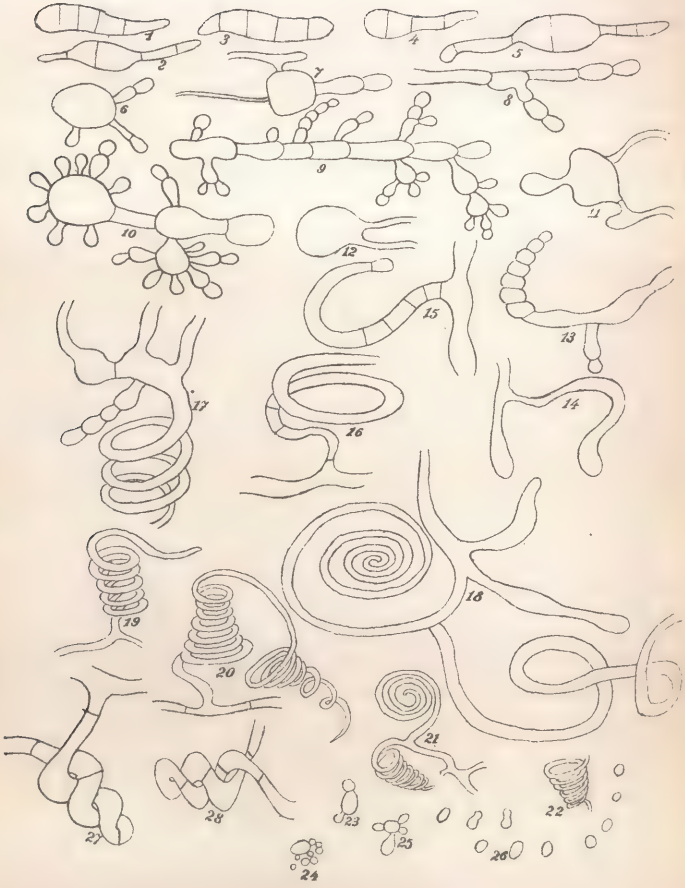


Grigoraki del.

Glycogène dans diverses espèces.

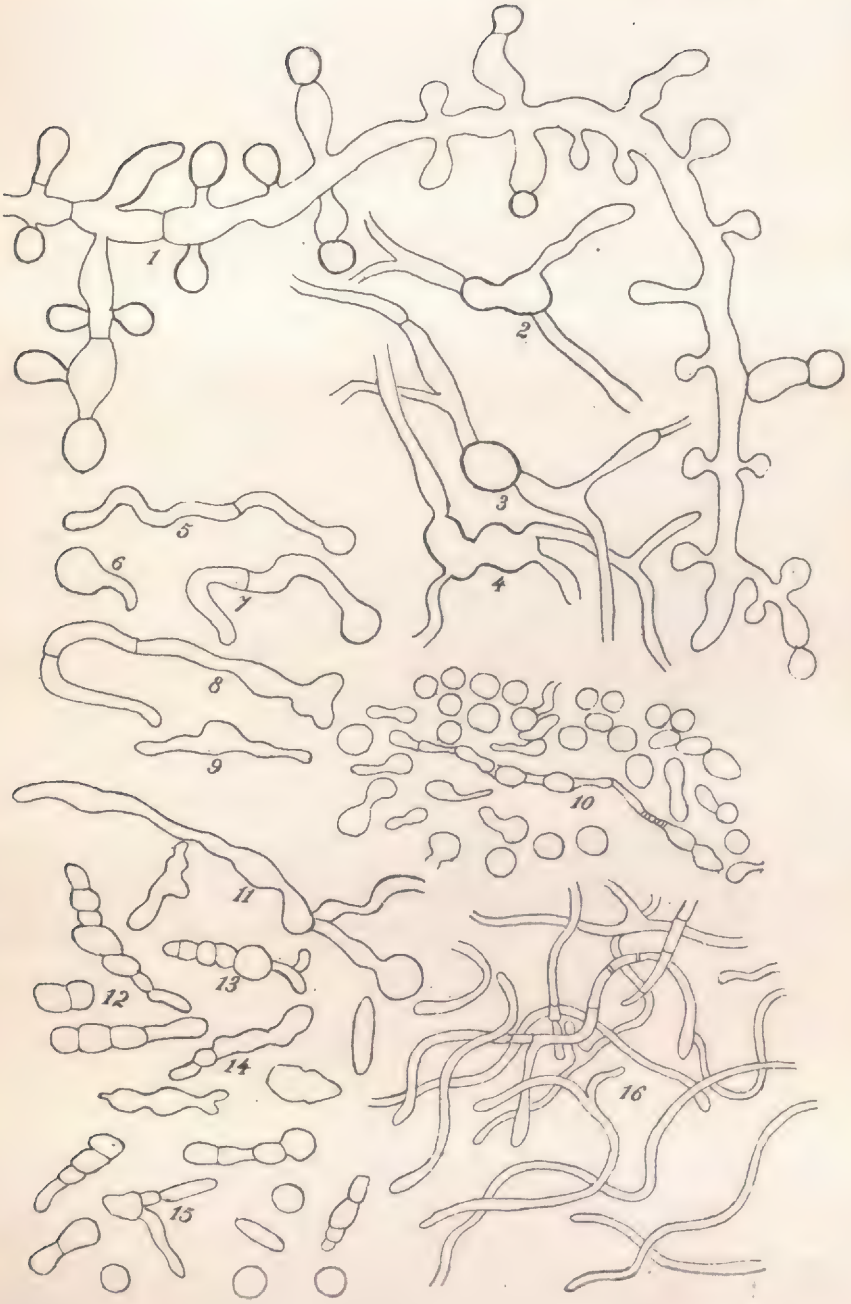
Grigoraki del.

Aleuries dans diverses espèces.



Grigoraki del.

Formations diverses dans Achorion Quinckeanum et Trichophyton asteroides et radiolatum.

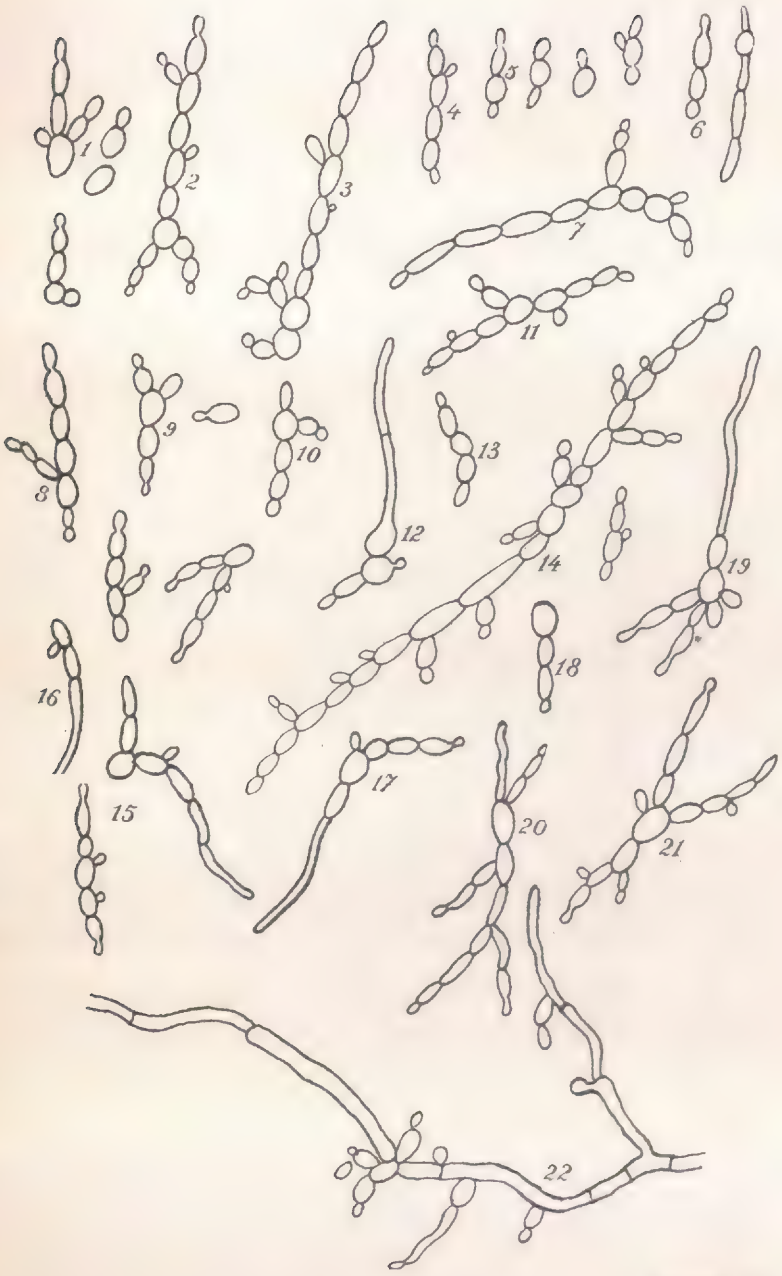


Grigoraki del.

Aleuries de divers Trichophytons et arthrospores de Malassezia.

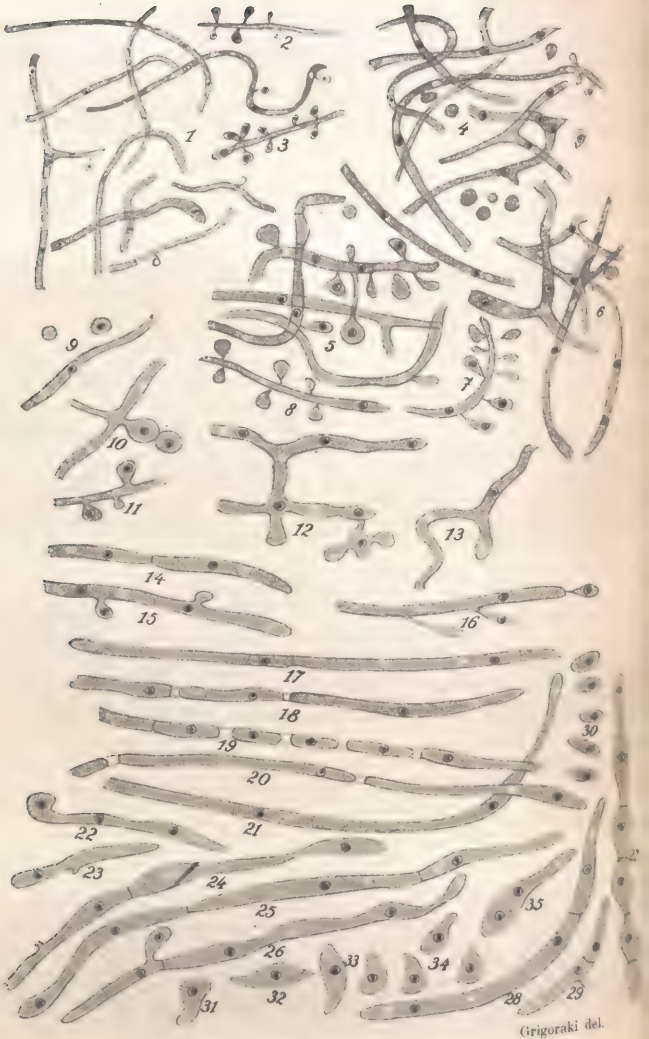
Grigoraki del.

Aleurisma lugdunense et Dematium Gougeroti.

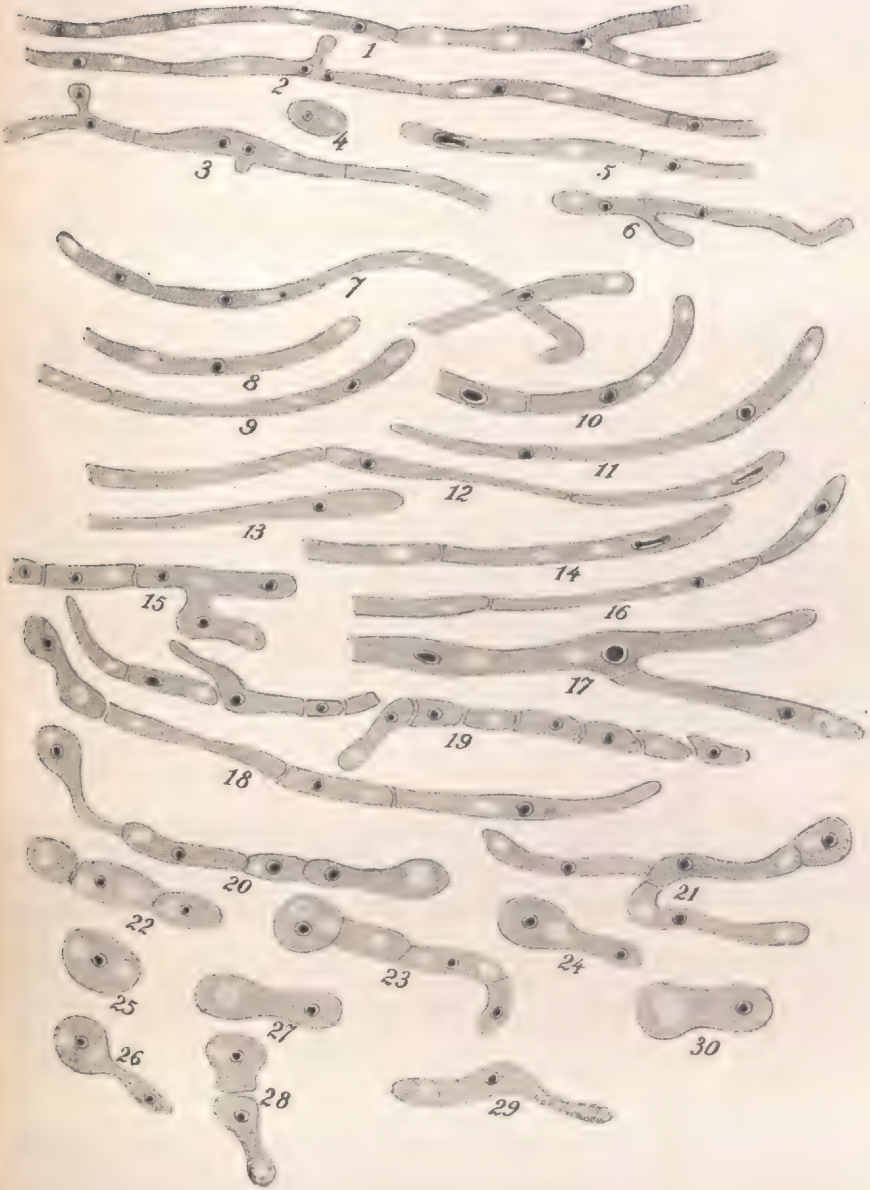


Grigoraki del.

Formes levures de Dematium Gougeroti.

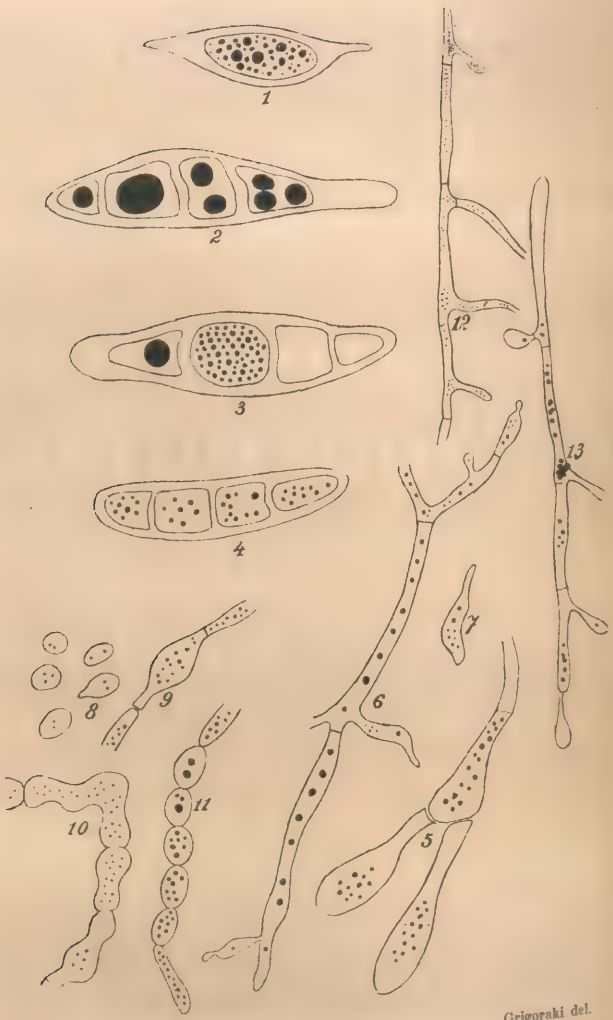


Rhinocladium Beurmanni et Schenki.



Grigoraki del.

Aleurisma lugdunense et Malassezia furfur.



Grigoraki del.

Globules graisseux dans diverses espèces.

MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 120 — PARIS — VIe ARR.

Edmond PERRIER
Membre de l'Institut.
Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

TRAITÉ DE ZOOLOGIE

Vient de paraître :

FASCICULE VII : LES BATRACIENS

Publié avec le concours de Remy PERRIER,
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Un volume de 160 pages, avec 120 figures. . . . . 24 fr.

Suite du TRAITÉ DE ZOOLOGIE du professeur Edmond PERRIER, interrompu pendant plusieurs années et dont six fascicules ont déjà paru.

Les trois derniers fascicules sont publiés avec le concours du professeur Remy PERRIER.

Les deux derniers fascicules paraitront en 1926.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

Recherches cytologiques et taxinomiques sur les dermatophytes et quelques autres champignons parasites, par Léonidas-D. Grigoraki 165

Corbeil. Imprimerie Crété.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

DIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. J. COSTANTIN

TOME VII. — N° 4.

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1925

Ce fascicule a été publié en Septembre 1925.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN LIBRARY
RECEIVED
MAY 20 1927

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. J. Costantin.

L'abonnement est fait pour 1 volume gr. in-8, avec planches et figures dans le texte.

Ce volume paraît en plusieurs fascicules.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. E.-L. Bouvier.

L'abonnement est fait pour 1 volume grand in-8, avec planches et figures dans le texte.

Ce volume paraît en plusieurs fascicules.

Abonnement à chacune des parties, Zoologie ou Botanique.

France : 50 francs. — Union postale : 60 francs.

Le Numéro simple : 10 fr.

Prix des collections :

Première Série (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol. *(Épuisée.)*
Il reste quelques années 1824 à 1826. 1828. 1833 en vente chacune à ..... 100 fr.
Tables générales de la 1re Série 1 vol. in-8..... 100 fr.
Deuxième Série (1834-1843). Chaque partie, 20 vol. *(Rare.)* 80 fr.
Quelques années sont en vente à ..... 80 fr.
Troisième Série (1844-1853). Chaque partie, 20 vol. Chaque année. 80 fr.
(Les années 1845 à 1848 et 1853 Zoologie et 1844, 1851, 1853 Botanique sont épuisées.)
Quatrième Série (1854-1863). Chaque partie, 20 vol. Chaque année. 80 fr.
(Les années 1854 et 1863 Botanique sont épuisées.)
Cinquième Série (1864-1874). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Sixième Série (1875-1884). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Septième Série (1885-1894). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
(L'année 1892 de Botanique est épuisée.)
Huitième Série (1895-1904). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Neuvième Série (1905-1915). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Dixième Série (1916-1924). Zoo. Tomes I-II, III-IV, V à VII, à 80 fr.
— Bot. Tomes I-II, III, IV à VI, à 80 fr.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées par MM. Hébert et A. Milne-Edwards.

Tomes I à XXII (1879-1891).

22 volumes..... 440 fr.

Cette publication a été remplacée par les

ANNALES DE PALÉONTOLOGIE

publiées sous la direction de M. M. Boule.

Abonnement annuel :

Paris et Départements... 60 fr. — Étranger..... 70 fr.

Le Fascicule simple : 18 fr.

OBSERVATIONS

SUR LA

NUTATION RÉVOLUTIVE DES TIGES VOLUBILES

ET SES RAPPORTS AVEC LES MOUVEMENTS D'ENROULEMENT

Par E.-C. TEODORESCO

La physiologie des tiges volubiles est loin d'être suffisamment connue ; c'est ainsi que les facteurs auxquels est dû l'enroulement hélicoïdal autour des supports ne sont pas encore complètement déterminés.

Les mouvements des sommets des tiges volubiles ont été observés par plusieurs botanistes ; lorsque l'organe n'a encore rencontré aucun tuteur, si le mouvement a été régulier, la pointe aura décrit un cercle, ou mieux une spirale circulaire, puisque la tige continue à s'accroître ; mais, en réalité, cette partie terminale décrit généralement une ellipse irrégulière ou ovale, parce que l'extrémité, après avoir occupé ces diverses positions, revient souvent dans un point complètement opposé, mais sans repasser, toutefois, sur la première ligne tracée (1).

D'autre part, on s'est demandé ce que devient la nutation révolutive après que la tige a rencontré un soutien autour duquel elle commence à s'enrouler. A ce point de vue, les divers auteurs ne sont pas d'accord. Pour Ch. Darwin (2),

(1) Ch. Darwin, The Power of Movement in Plants, 1880, p. 1-2.
(2) Ch. Darwin, Les mouvements et les habitudes des plantes grimpantes, traduit par R. Gordon, 1877, p. 18.

lorsqu'une tige circumnutante rencontre un tuteur, son mouvement est nécessairement arrêté au point de contact, mais la partie libre qui se projette continue son mouvement révolutif autour du support ; ce mouvement continuant, des points de plus en plus élevés de la tige sont mis en contact avec le support et arrêtés, et ainsi de suite, jusqu'à l'extrémité ; de cette manière la tige s'enroule en hélice autour de son appui. Donc, d'après Ch. Darwin, l'enroulement autour d'un tuteur n'est que la continuation du mouvement circumnutant, ou, ce qui revient au même, la nutation révolutive se poursuit autour du support, avec cette différence que, dans ce dernier cas, la tige se contourne en hélice un peu plus lentement qu'elle n'opère son mouvement révolutif.

D'ailleurs Palm (1) et Dutrochet (2) avaient exprimé auparavant exactement la même idée ; ces auteurs considéraient, eux aussi, l'enroulement autour d'un support comme la continuation du mouvement révolutif.

Hugo Mohl (3), qui pensait que les tiges volubiles s'enroulent autour des supports qu'elles touchent grâce à une espèce particulière d'irritabilité, croyait, au contraire, que la nutation révolutive cesse lorsque la tige rencontre un appui ; d'ailleurs, pour Mohl, le rôle du mouvement révolutif serait seulement d'amener la tige vers un objet autour duquel elle puisse s'enrouler.

Mais l'examen plus attentif de ce mouvement a montré à Hugo de Vries (4) et à Baranetzki (5) que les relations entre la circumnutation des tiges volubiles et leur enroulement autour d'un support vertical ne sont pas aussi simples que le croyaient les auteurs précédemment cités. D'après de Vries,

(1) L.-H. Palm, Ueber das Winden der Pflanzen, 1827, p. 16-19 et 60.

(2) Dutrochet, Recherches sur la volubilité des tiges de certains végétaux et sur la cause de ce phénomène (*Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. XIX, 1844, p. 295-303 ; *Annales des sciences nat. Botanique*, 3e série, t. II, 1844, p. 156-167).

(3) Hugo Mohl, Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen, 1827, p. 111-112.

(4) Hugo de Vries, Zur Mechanik der Bewegungen von Schlingpflanzen (*Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg*, Bd. I, 1873, p. 317-342).

(5) J. Baranetzki, Die Kreisförmige Nutation und das Winden der Stengel (*Mémoires de l'Acad. impériale des sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. XXXI, 1883).

la circumnutation normale (c'est-à-dire la nutation révolutive régulière ou la nutation symétrique de Baranetzki) cesse naturellement (*hört selbstverständlich auf*) aussitôt que le sommet de la tige a rencontré le tuteur ; toutefois la partie libre du sommet continue à se mouvoir, mais d'une manière *irrégulière* (*bewegt sich anscheinend unregelmässig hin und her*) ; en effet, on observe que ce sommet se serre tantôt contre l'appui et en est tantôt plus ou moins écarté. De Vries croyait non seulement que la nutation régulière est arrêtée, mais encore que c'est précisément la suppression de la nutation qui détermine l'enroulement (*die Verhinderung der Nutation als die Ursache der Entstehung der Windung betrachtet werden muss*) (1).

D'après Baranetzki (2), lorsque la tige a rencontré un appui, la nutation symétrique est remplacée dans la plupart des cas par une nutation asymétrique, et cette dernière suffit à déterminer un enroulement régulier (Voir surtout la figure 9 à la page 54 du mémoire de cet auteur) ; mais Baranetzki croyait, comme Palm et Darwin, que dans certains cas (*Dioscorea Batatas*, fig. 10, p. 57) l'enroulement est essentiellement une continuation de la nutation symétrique ; mais un tel cas ne se produirait que lorsque l'accroissement de la tige est très actif et que la vitesse de la croissance en longueur atteint une valeur suffisante par rapport à la vitesse de la nutation (3).

D'autre part Noll (4) croyait que, lorsque l'extrémité de la tige volubile vient, en tournant, rencontrer un support, la zone longitudinale à croissance plus accélérée cesse de se déplacer autour de la tige (*das stärkere Wachstum nicht mehr rings um den Stengel fortschreitet*) et s'immobilise sur la face postérieure, c'est-à-dire sur la face opposée à celle qui vient de toucher le support ; la conséquence en est que la nutation révolutive cesse de s'opérer et que la tige exerce une pression de plus en plus intense sur son tuteur.

(1) Hugo de Vries, *loc. cit.*, p. 325.
(2) Baranetzki, *loc. cit.*, p. 54-66.
(3) Baranetzki, *loc. cit.*, p. 6.
(4) F. Noll, Ueber heterogene Induktion, 1892, p. 46.

Notons enfin que certains auteurs, comme, par exemple, Miehe (1), ont constaté que pendant l'enroulement l'extrémité de la tige bondit en arrière en glissant sur le support (*schnellt über den Stab hinweg*) ; le phénomène serait très rare quand le support est vertical, mais il arriverait fréquemment lorsque le tuteur est horizontal.

En résumé, parmi les mémoires publiés anciennement, ceux de Ch. Darwin et de Hugo de Vries sont riches en observations ; cependant c'est celui de Baranetzki surtout qui contient le plus de remarques intéressantes et de faits importants.

L'état de nos connaissances d'il y a vingt ans sur le sujet que nous étudions est exposé, d'après les recherches de Hugo de Vries et de Baranetzki, dans le *Traité de Physiologie végétale* de Pfeffer (2) ; il y est dit : « que la circumnutation normale (symétrique) ne suffit pas pour produire et pour continuer l'enroulement ; l'extrémité libre, horizontale ou inclinée d'une tige enroulée autour d'un support ou fixée artificiellement décrit simplement une circumnutation autour d'un axe imaginaire horizontal ou oblique (circumnutation asymétrique de Baranetzki) ».

Il fallait des expériences sur des espèces de plantes plus nombreuses et plus variées que celles qui avaient été employées jusqu'à ce jour pour voir si les opinions exprimées par les auteurs précédemment cités correspondent à la réalité et si elles sont fondées en tout ou seulement en partie.

Dans ce qui suit, je me propose d'exposer les résultats de mes observations sur la nutation révolutive des tiges volubiles dans les circonstances suivantes :

1° Lorsque le support est vertical ;

2° Lorsque le tuteur est fortement incliné ou horizontal ;

3° Lorsque la plante est placée sur le clinostat horizontal ;

4° L'abaissement et le relèvement de l'extrémité circumnutante des tiges volubiles dépouvrues de support ;

5° L'enroulement simple et l'enroulement grimpant.

(1) H. Miehe, Beiträge zum Windeproblem (*Jahrb. für wiss. Botanik*, Bd. LVI, 1915, p. 673 et 679).

(2) W. Pfeffer, Physiologie végétale, traduit par Jean Friedel, t. II, 1912, p. 401-402.

PREMIÈRE PARTIE

LA NUTATION RÉVOLUTIVE LORSQUE LE TUTEUR EST VERTICAL

I. — Méthode d'observation.

Afin d'observer le plus exactement possible les mouvements, j'ai tâché d'éviter toute intervention artificielle sur la tige pendant l'exécution de ces mouvements. Les plantes cultivées dans des pots ou en pleine terre recevaient un appui vertical, régulièrement cylindrique ; la tige n'était fixée à son support d'aucune manière; celui-ci était simplement placé à côté de la partie verticale de la tige (*Ipomœa purpurea*, fig. 454; *Dioscorea Batatas*, fig. 235), et on laissait l'extrémité inclinée de la tige rencontrer le tuteur pendant son mouvement révolutif. Lorsque le temps était beau, les observations étaient faites dehors dans le jardin intérieur du laboratoire ; mais, quand les vents soufflaient et surtout lorsque les courants d'air étaient puissants, ce qui aurait pu gêner les mouvements, j'étais obligé de faire les observations dans une chambre spacieuse et bien éclairée ou dans une serre plus ou moins fermée.

Pour suivre le chemin parcouru par le sommet en mouvement, il suffit de fixer de temps en temps les différentes positions successives occupées par la pointe de la tige ; à cet effet, on projette les positions du sommet sur une plaque en verre disposée perpendiculairement au support. Dans ce qui suit, j'appellerai cette projection *projection perpendiculaire* et le diagramme obtenu *diagramme perpendiculaire*. J'ai évité la dénomination de *projection horizontale*, communément employée, parce que le support pouvant être vertical, plus ou moins incliné ou même horizontal, la projection n'est pas toujours horizontale. Au commencement, la projection

a été effectuée d'après la méthode indiquée par Ch. Darwin (1) et perfectionnée par Wiesner (2); j'ajoute toutefois que, pour les mouvements réguliers des tiges volubiles, la méthode plus simple de Ch. Darwin donne des résultats suffisamment exacts (3), d'autant plus que, par cette méthode, on obtient une grande amplification du mouvement (4). Pour les motifs indiqués par Ch. Darwin (4), il est bien entendu que le diagramme ainsi obtenu ne serait d'aucune utilité pour celui qui voudrait connaître exactement l'amplitude du mouvement ou le trajet exact parcouru ; ce tracé sert seulement à montrer le caractère général du déplacement. En même temps que la projection perpendiculaire, on effectue une projection sur une plaque de verre disposée parallèlement au tuteur ; cette projection donne en même temps la forme de la région mobile de la tige à un moment donné.

Miehe (5) et Bremekamp (6) se sont servis d'une chambre photographique pour obtenir des esquisses du sommet de la tige. Je ne me suis pas servi de cette méthode ; je remarquerai, toutefois, que dans ce cas si on ne fait pas attention, on peut, parfois, obtenir des figures inverses de la réalité ; c'est ainsi que, d'après les quatorze esquisses de la figure 1 et les dix esquisses de la figure 2, représentées par Miehe, l'*Akebia quinata* serait une plante volubile à droite (*dextrorsum*), tandis qu'en réalité la tige de cette plante est volubile à gauche (*sinistrorsum*).

Comme je voulais connaître le plus exactement possible la marche de la pointe de la tige pendant son mouvement de nutation, j'ai été obligé d'avoir recours à un procédé plus précis que les précédents. Un disque D (fig. 1 et 2) est disposé horizontalement, c'est-à-dire perpendiculairement au tuteur

(1) Ch. Darwin, The Power of Movement in Plants, London, 1880, p. 6.
(2) J. Wiesner, Das Bewegungsvermögen der Pflanzen, 1881, p. 162.
(3) Fr. Darwin and H. Acton, Practical Physiology of Plants. 1901, p. 227.
(4) Ch. Darwin, The Power of Movement in Plants, 1880, p. 6-7.
(5) H. Miehe, Beiträge zum Windeproblem (*Jahrb. für wiss. Botanik*, Bd. LVI, 1915, p. 671).
(6) C. E. B. Bremekamp, Die rotierende Nutation und der Geotropismus der Windepflanzen (*Recueil des travaux botaniques néerlandais*, vol. IX, 1912, p. 281).

ou à la tige, lorsque celle-ci n'a pas encore de support. Sur ce disque, en papier épais ou en carton blanc, est dessiné un cercle gradué en degrés (fig. 3) ; lorsque le cercle est grand, on peut pousser les divisions jusqu'à un degré ; mais en général une division de 10 degrés en 10 degrés est suffisante. Sur la surface du cercle, on trace des circonférences concentriques

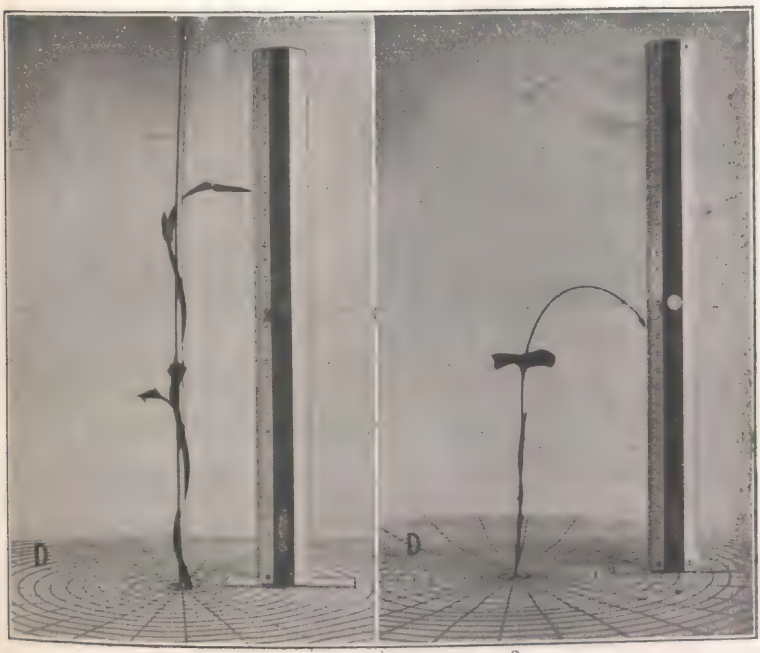


Fig. 1-2.

distantes les unes des autres de 1, 2, 3 millimètres, etc., suivant la précision qu'on désire obtenir ; en général, une distance de 2 millimètres entre ces circonférences est suffisante pour lire très bien les millimètres. Au centre du disque se trouve un trou dont le diamètre est variable suivant le diamètre du tuteur ou de la tige. Comme le disque en papier ou en carton ne pourrait pas rester plan, surtout lorsqu'on travaille dehors, où il est exposé au soleil et à la pluie, on l'imbibe d'huile et on le place entre deux disques de verre mince, de grandeurs appropriées ; pour faciliter les manipulations, il est convenable que chacun des disques en verre soit

composé de deux moitiés, *m*, *m'* (fig. 6). Sur le disque gradué glisse le socle *s* (fig. 4) d'une règle gradué en millimètres, R. La règle est disposée perpendiculairement sur son socle, qui est formé par une lame de verre ou par une plaque en bois.

Au commencement de l'expérience, on dispose le tuteur bien perpendiculairement au disque gradué, de manière qu'il soit parallèle à la règle. Pour fixer dans le temps et dans l'espace la position qu'occupe à un moment donné la pointe d'une tige en mouvement révolutif, on rapproche de cette pointe le bord gradué de la règle, et on y lit la hauteur (la cote) à laquelle se trouve cette pointe au-dessus du disque. Comme la règle est parallèle au tuteur, l'extrémité inférieure du bord gradué indique sur le disque, par l'aiguille *a* (fig. 4). la distance horizontale (le rayon) qui sépare l'extrémité de la tige de son tuteur (1) ; sur ce même disque on lit le degré ou la divergence angulaire. On lit ces dimensions le plus souvent possible, par exemple chaque dix minutes ; toutefois, lorsque la vitesse du mouvement de la tige est grande. on est obligé de faire des lectures plus fréquentes ; c'est le contraire qui a lieu quand le mouvement est lent. Pour marquer la divergence angulaire entre les différentes positions successives occupées par l'extrémité de la tige, on n'a pas besoin de l'exprimer en degrés ; j'ai trouvé qu'il est plus pratique d'avoir préparé d'avance une feuille de papier divisée de la même manière que le disque gradué de la figure 3 : connaissant le rayon, on place sur cette feuille, au moment même de la lecture, un point (par exemple 1, 2, 3, etc., de la figure 3) à l'endroit correspondant à la pointe de l'aiguille *a* (fig. 4), qui se trouve à l'extrémité inférieure de la règle graduée ; ceci a l'avantage de construire la projection perpendiculaire (horizontale) au fur et à mesure des lectures ; car, en réunissant les points successifs (1, 2, 3, etc., de la figure 3), on obtient la projection horizontale du chemin parcouru par l'extrémité de la tige (1-29, fig. 3).

Dans les projections, la *direction* du mouvement est indiquée par la succession croissante des chiffres.

(1) Lorsque la tige n'a pas de tuteur, cette distance horizontale représente la distance qui sépare la pointe de la tige de l'axe vertical (Voir fig. 565).

Les projections horizontales successives du sommet de la tige, déterminées comme il vient d'être dit et les hauteurs correspondantes, lues sur la règle verticale, permettent de construire une *épure*, qui représente exactement le mouvement du sommet de cette tige. La ligne de terre *xy* (fig. 498)

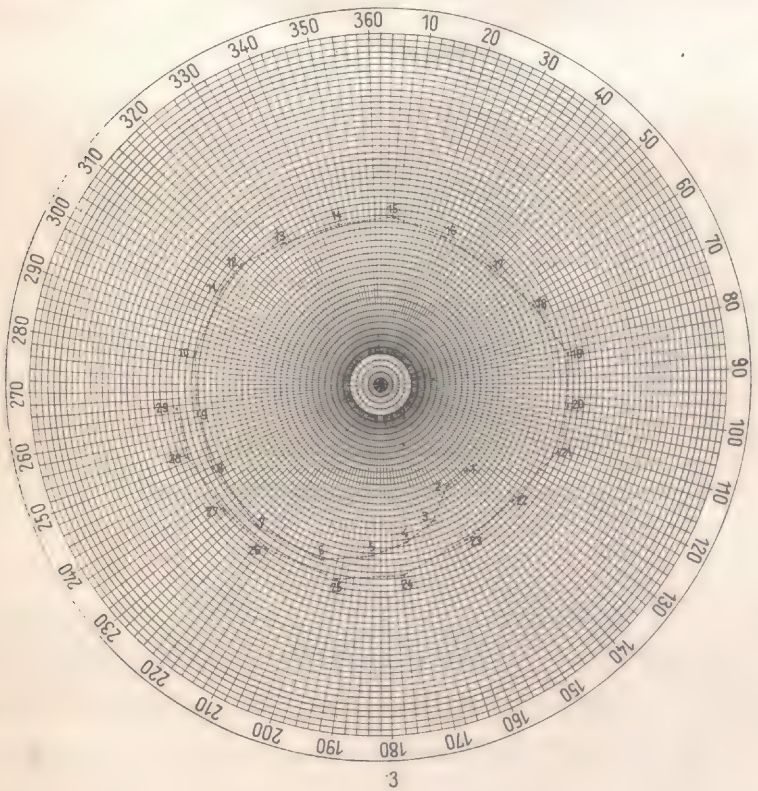


Fig. 3.

est supposée au niveau du disque gradué ; pour faire l'épure, on rabat le plan vertical sur le plan horizontal. Les chiffres 1, 2, 3, etc., représentent les projections horizontales des positions successives, occupées dans l'espace aux divers moments par la pointe de la tige ; les chiffres 1′, 2′, 3′, etc., représentent les projections verticales de ces mêmes positions successives. Pour ne pas compliquer les dessins, je n'ai pas représenté les lignes de rappel (1-1′, 2-2′, etc.) perpendiculaires à la ligne de terre. La distance de l'extrémité de la

tige au tuteur est donnée par la longueur du rayon qui va du support à la projection horizontale. La cote d'un point est donnée par la distance de sa projection verticale rabattue à la ligne de terre.

On obtient encore une représentation très expressive du mouvement en photographiant la tige à des intervalles assez

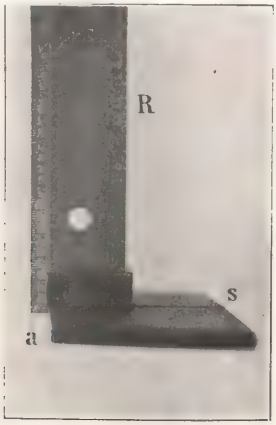


Fig. 4.

rapprochés. L'examen de la projection horizontale et des photographies successives, s'il ne donne pas des renseignements aussi rigoureux que l'épure, est, cependant, parfaitement suffisant pour que l'on se rende un compte exact des mouvements du sommet de la tige.

Avant de passer à la description des observations, disons que, dans les diagrammes, nous n'avons pas tracé les rayons pour ne pas compliquer les figures ; nous indiquerons les directions par des expressions empruntées à la rose des vents, le nord étant, comme sur les cartes géographiques, vers le haut.

Nous donnons dans ce travail un grand nombre de photo-

graphies, pour ne pas multiplier les épures, qui sont toujours très longues à faire.

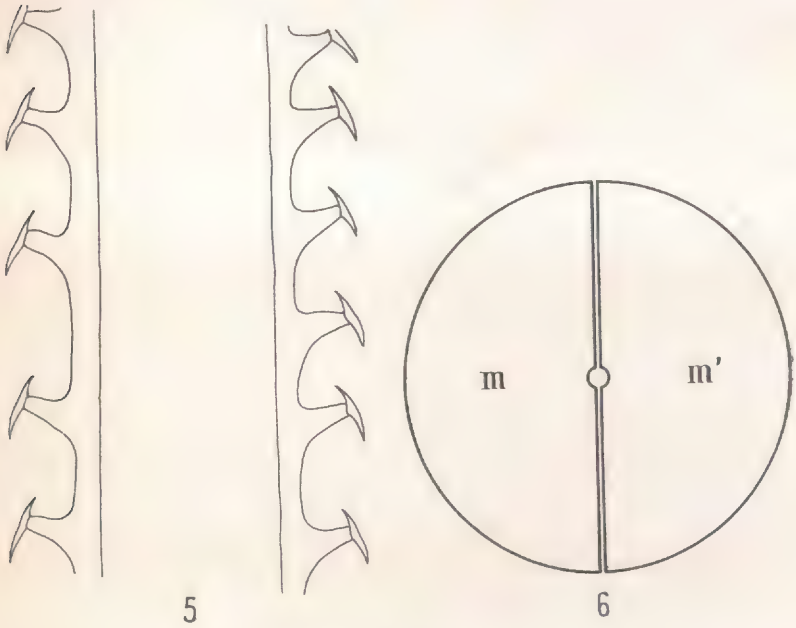


Fig. 5-6.

Il serait trop long de rapporter toutes les expériences que j'ai faites sur les diverses plantes que j'ai étudiées ; je choisis les exemples les plus typiques.

II. — Observations.

Observation nº 1. — Humulus Lupulus.

(Projections perpendiculaires : fig. 7-12. — Projections parallèles : fig. 13-52.)

Cette observation a été faite sur la tige vigoureuse d'une plante en pleine croissance et ayant dix entre-nœuds ; elle avait effectué auparavant neuf tours sur une ficelle verticale de 2 millimètres de diamètre, à savoir un tour pour chaque entrenœud. Les observations ont été faites dans le jardin du laboratoire, en plein soleil. On sait que les tiges de cette plante s'enroulent à droite. Considérons la pointe de l'organe

dans la position indiquée par la figure 13 et le point 60 du diagramme 7. Ce sommet se trouve entre sud et sud-est ; au bout de vingt minutes, on le trouve presque au sud [point 61 du diagramme 7 et figure 14); la pointe continue à se mouvoir dans le même sens, c'est-à-dire dans le sens de l'enroulement

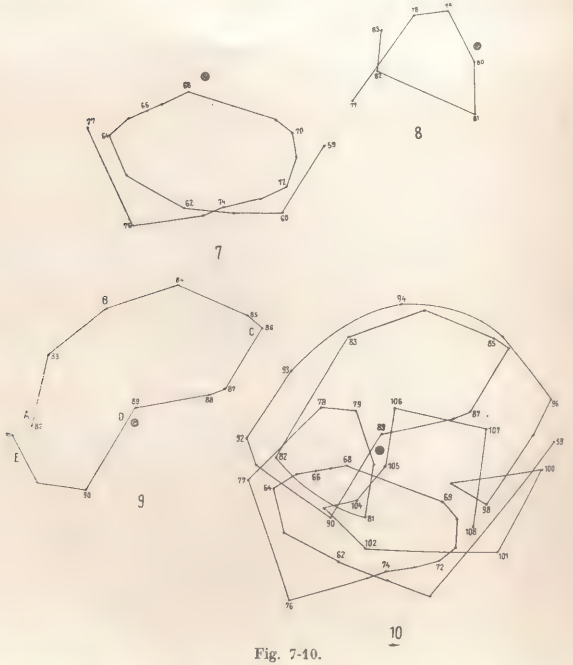
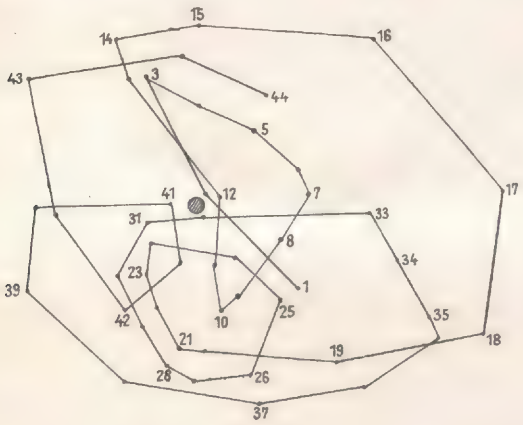


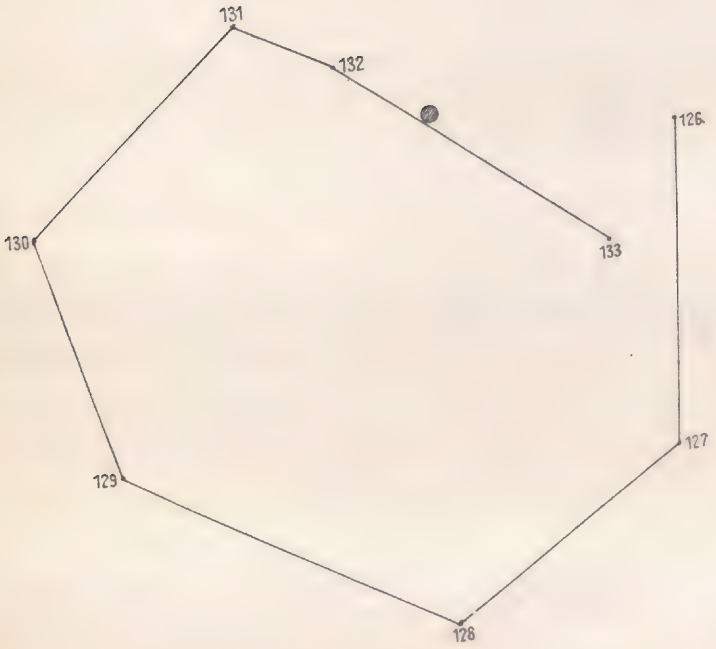
Fig. 7-10.

(*dextrorsum*) (points 61-64 du diagramme 7 et fig. 15-16) ; mais à un moment donné, lorsque la pointe est arrivée à peu près vers l'ouest du support, il semble que la tige commence à se dérouler (points 65-70 du diagramme 7 et fig. 17-19) ; il n'en est pas ainsi, car le recul n'est qu'apparent ; en effet, le sommet de la tige étant arrivé au contact du support, la tige ne peut pas continuer à embrasser ce support, parce que

la vitesse de l'allongement est trop faible par rapport à la



12



11

Fig. 11-12.

vitesse de la nutation. Cependant son mouvement révolutif

ne s'arrête pas pour cela ; l'extrémité même de la tige continue à effectuer des circumnutations ; ces mouvements ne pouvant pas s'accomplir autour du support, l'extrémité de la tige, tournant toujours dans le même sens, est obligée de s'écarter de ce support et de prendre les positions représentées par les points 65-77 du diagramme 7 et les figures 17-23.

Arrivé au point 77, le sommet décrit une nouvelle nutation révolutive d'une amplitude plus faible que la précédente (points 77-83 du diagramme 8). Quand le sommet est parvenu au point 82, 6 heures se sont écoulées depuis le commencement de l'observation ; la tige a pu, dès lors, acquérir une longueur suffisante pour que son mouvement de nutation la fasse de nouveau tourner autour du support ; cette dernière nutation a lieu dans la région nord-ouest, comme l'indique les points 82-91 du diagramme 9 et les figures 24-30.

J'ai suivi les mouvements de la pointe de la même tige pendant huit jours (du 3 au 10 mai), depuis 6 heures du matin jusqu'à 21 heures, en construisant toujours des diagrammes. Le résultat a toujours été le même : le sommet décrit plusieurs circumnutations *latérales* (à côté du support) avant d'effectuer un tour d'enroulement. Pour donner une idée du nombre de ces circumnutations, je reproduis dans le diagramme 10 les mouvements exécutés par la pointe de la tige le 6 mai 1923 entre 5 heures 15 minutes et 21 heures 02 minutes ; ce jour-là, la tige fit six nutations révolutives *latérales* et seulement un tour hélicoïdal autour du support. Donc la vitesse moyenne d'une révolution a été de deux heures quarante minutes ; d'après Ch. Darwin (1), la durée d'une révolution de la pointe *libre* de Houblon est de deux heures à deux heures vingt minutes ; par conséquent, la vitesse des nutations révolutives qui s'effectuent *à côté* d'un appui est à peu près la même que celle des circumnutations libres (sans support) ; ce fait est très important ; il prouve que les nutations révolutives latérales, observées par moi, qui s'accomplissent à côté d'un tuteur et les nutations révolutives de la pointe libre sont identiques et que celles-là ne sont que la continuation de

(1) Ch. Darwin, Les mouvements et les habitudes des plantes grimpantes (traduit par R. Gordon), 1877, p. 32.

celles-ci. De même que les circumnutations qualifiées de

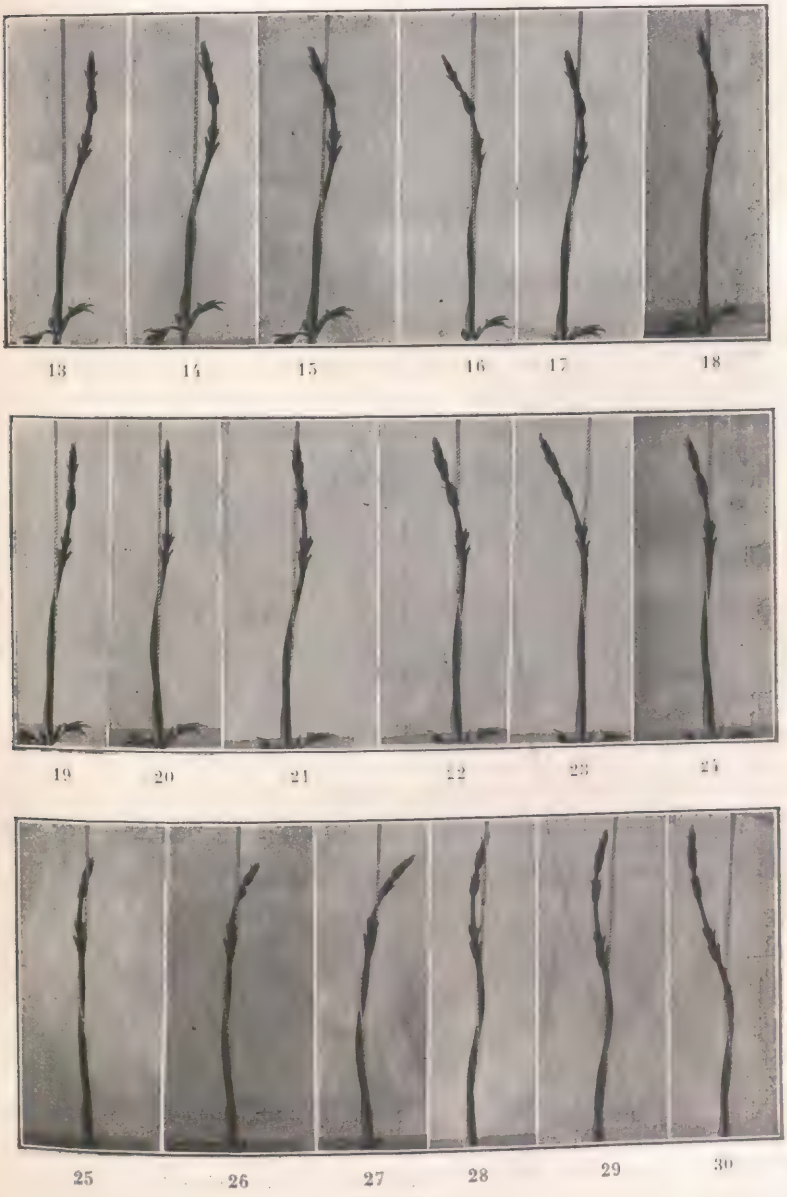


Fig. 13-30.

« régulières » ou de « symétriques » par les auteurs, les circumnutations latérales sont continues et s'accomplissent sans

interruption. Ce ne sont pas des mouvements irréguliers, comme le pensait Hugo de Vries (1).

Dans une autre expérience poursuivie pendant cinq jours sur une tige de Houblon ayant 12 entre-nœuds et s'enroulant sur une ficelle de 2 millimètres de diamètre, le sommet a effectué 26 nutations révolutives latérales pour 6 tours et demi d'hélice autour de son tuteur, dont seulement 4 nutations latérales pour un tour. Remarquons une fois pour toutes que, le diamètre du support étant le même, le nombre des nutations *latérales* est d'autant plus réduit que la tige s'allonge plus énergiquement ; c'est ainsi que, dans une troisième expérience, poursuivie pendant une journée, j'ai enregistré 6 nutations latérales pour un tour d'hélice, le support (une ficelle) ayant toujours un diamètre de 2 millimètres (Voir le diagramme 12 et les figures 31-52).

De ce qui précède, il résulte que l'enroulement autour du tuteur ne s'effectue pas d'une manière continue, comme on le croit d'habitude, mais subit des arrêts assez réguliers ; au contraire, les mouvements révolutifs sont continus.

Si nous examinons avec attention les diagrammes 7-11, nous pouvons constater encore les faits suivants. La plupart des nutations révolutives ont approximativement la même amplitude ; ce n'est que rarement que l'on en observe de plus petites formant des boucles, comme, par exemple, le tracé entre les points 97 et 100 du diagramme 10. On constate ensuite que la pointe de la tige décrit presque toujours des nutations révolutives latérales en forme d'ovale ; chaque ovale peut être partagé en deux parties, l'une ABC (diagramme 9) qui va dans le sens de l'enroulement (c'est-à-dire vers la droite), l'autre CDE, qui, par rapport au tuteur placé en dehors de l'ovale, paraît marcher en sens inverse, mais qui en réalité se dirige toujours dans le même sens. Si nous appelons « avancement » la première partie du tracé et « recul » la seconde partie, on voit que le tracé de l'avancement, même dans les petites boucles, est toujours plus éloigné du support que le tracé du recul. Dans le mouvement de recul, non seule-

(1) Hugo de Vries, Zur Mechanik der Bewegungen von Schlingpflanzen (*Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg*, Bd. I, 1873, p. 323).

ment la pointe est plus rapprochée du support, mais encore, toujours ou presque toujours, cette pointe arrive soit à frôler

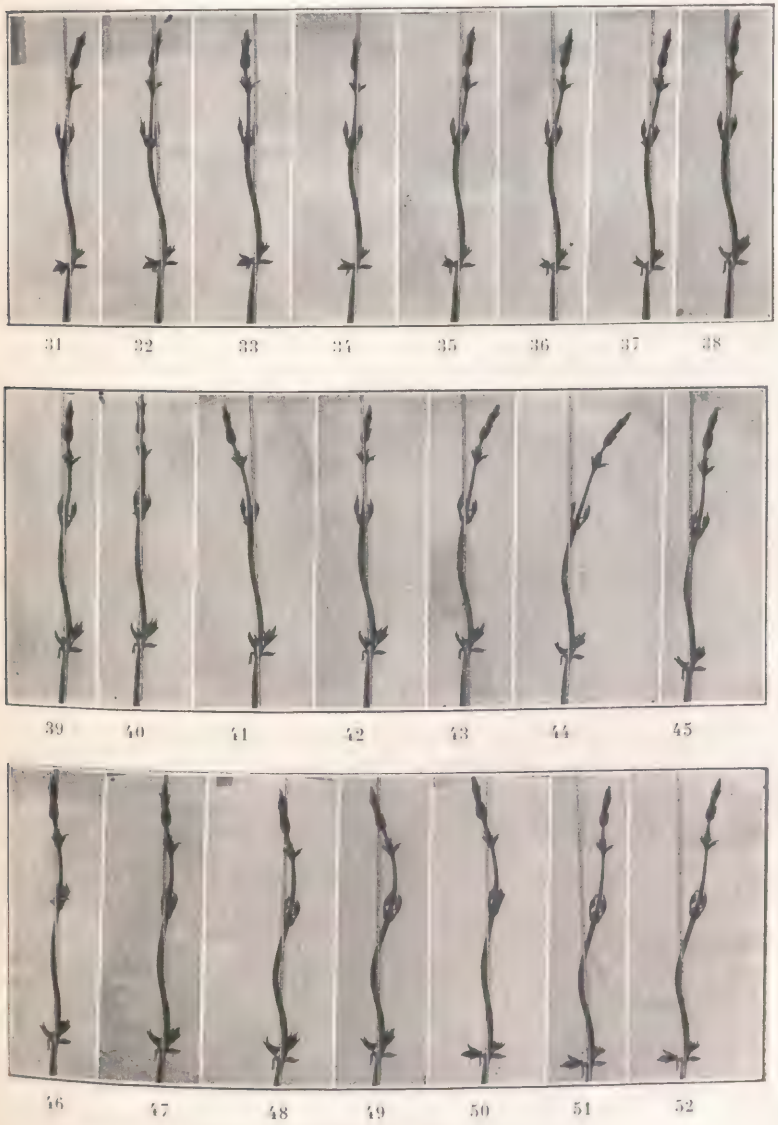


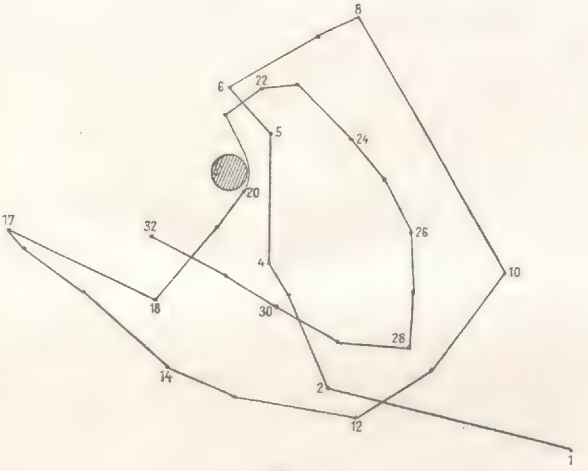
Fig. 31-52.

légèrement le tuteur, soit, le plus souvent, en s'y appuyant davantage et plus longtemps, avant de le quitter pour continuer son mouvement. C'est ainsi que, arrivé au point 68

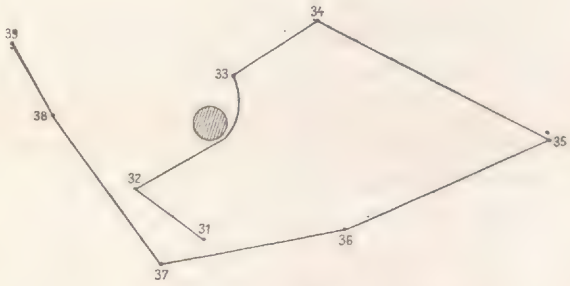
du diagramme 7 ou au point 79 du diagramme 8, le sommet de la tige presse sur le support, ce qu'on voit bien, par exemple, sur les figures 18 et 28. Chez le Houblon, le « recul » est difficile non seulement à cause de la friction sur le tuteur, mais aussi parce que les côtes de la tige sont recouvertes de nombreux poils en navette, disposés obliquement aux extrémités des émergences (fig. 5) ; la navette possède une membrane épaissie, silicifiée, et les pointes des poils s'accrochent facilement, comme des griffes, au support. Cette particularité rend évidemment plus difficile le glissement de l'extrémité de la tige sur le support. Schwendener et ses partisans diraient que le sommet, tel qu'il est représenté dans les figures 18 et 28, se trouve dans la position de préhension (*Greifbewegung*).

Entre le mouvement de « recul » et celui d' « avancement », il existe encore une autre différence ; pendant l'avancement, le sommet de la tige étant libre et son mouvement n'étant pas incommodé, il se déplace d'une manière assez uniforme, c'est-à-dire qu'il parcourt des distances approximativement égales dans des temps égaux ; il n'en est pas de même pour le recul ; en effet, si nous divisons le chemin du recul en deux parties, on constate que la première partie demande un temps beaucoup plus long que la seconde, parce que, dans la première partie de son parcours, la pointe de la tige est plus ou moins incommodée par son frottement sur le support. C'est ainsi que la distance entre les points 64 et 68 (diagramme 7) a été parcourue en 1 heure 17 minutes, tandis que la distance entre les points 68 et 70 n'a demandé que 25 minutes. Ajoutons enfin que la seconde partie du mouvement de « recul » (du point 68 au point 69, diagramme 7 ; ou du point 89 au point 90, diagramme 9 ; comparez les figures 18 et 19, de même les figures 28 et 29) est habituellement un saut brusque : ce mouvement brusque de recul qu'on a, parfois, observé et qu'on a considéré comme un déroulement (*Abgleiten von der Stütze*) est dû à la circonstance suivante : pendant la nutation révolutive de l'extrémité de la tige, le mouvement est gêné par la friction sur le support ; mais comme la tension de l'organe augmente, au moment où cette extrémité s'échappe, elle fonctionne comme un ressort élastique qui se

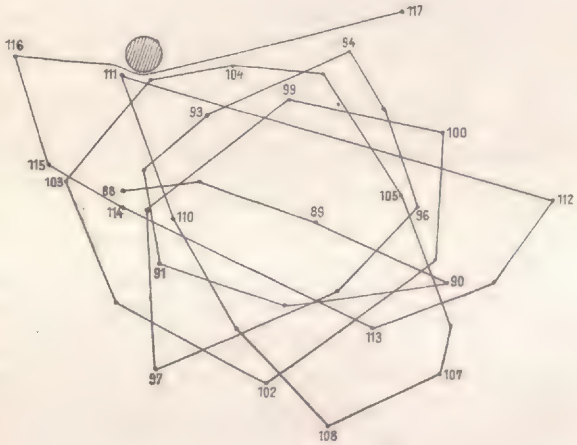
déclencherait et se détendrait. Parfois il suffit d'un vent suffisamment fort ou d'un léger mouvement imprimé au tuteur pour que le sommet se détache un peu plus tôt. C'est ainsi qu'un faible coup de doigt donné sur la ficelle qui servait de tuteur a fait passer brusquement le sommet de la tige du point 132 au point 133 (diagramme 11).



53



54



55

Fig. 53-55.

OBSERVATION N° 2. — **Humulus Lupulus.**

(Projections perpendiculaires : fig. 53-55. — Projections parallèles : fig. 56-77.)

Je prends maintenant comme sujet

d'observation une jeune plante dont la tige s'enroulait sur un tuteur plus épais, à savoir de 7 millimètres de diamètre. La plante s'était développée depuis le printemps dans un grand pot, pouvant contenir à peu près 20 kilogrammes de terre ; elle avait atteint, dehors dans le jardin, une hauteur de $1^{m},50$ et accompli cinq tours et demi sur son support, quand je l'ai transportée dans une chambre spacieuse où j'ai fait les observations.

Au commencement, la pointe de la tige se trouve dans le quadrant sud-est ; elle est très inclinée (fig. 56) et fait avec son support vertical un angle d'environ 45° ; elle vient de finir la moitié du chemin d'une nutation révolutive à côté de son support, à savoir la moitié que nous avons appelée « recul » (points 1-6 du diagramme 53 et les fig. 56-59).

Comme dans l'expérience précédente, pendant le « recul », la tige se rapproche du support, se frotte à la surface de celui-ci, puis s'en détache par un saut brusque, qui a lieu entre les points 4 et 5 du diagramme 53 ; ce « recul » s'effectue, bien entendu, à droite (*dextrorsum*) par rapport *à l'axe de la tige*, c'est-à-dire dans le sens normal de la nutation révolutive.

Arrivé au point 6, le sommet continue sa nutation révolutive latérale par sa phase « d'avancement » (points 6-17 du diagramme 53 et fig. 60-67) ; ici aussi, comme dans l'expérience précédente, comme dans toutes les expériences, le tracé de l'avancement est plus éloigné du tuteur que celui du recul (points 17-21 du diagramme 53). Remarquons encore que les positions reproduites par les figures 68 et 69 paraissent représenter le sommet dans son mouvement de préhension, qui, nous l'expliquerons plus loin, n'est qu'un mouvement d'une fausse préhension.

L'extrémité de la tige commence ensuite une nouvelle nutation révolutive latérale (points 32-39 du diagramme 54 et fig. 75-77), et ainsi de suite. Pendant la première journée d'observation (depuis 7 heures jusqu'à 21 heures), la pointe a effectué 4 nutations révolutives, toutes sur le côté sud-est du tuteur, mais *aucun* tour d'enroulement autour de celui-ci. J'ai continué d'enregistrer les mouvements pendant quatre jours et demi ; pendant ce temps, le sommet a fait 24 révo-

lutions *à côté* du support, mais un seul tour d'embrassement hélicoïdal.

Comme on le voit, dans cette expérience, la tige du Houblon

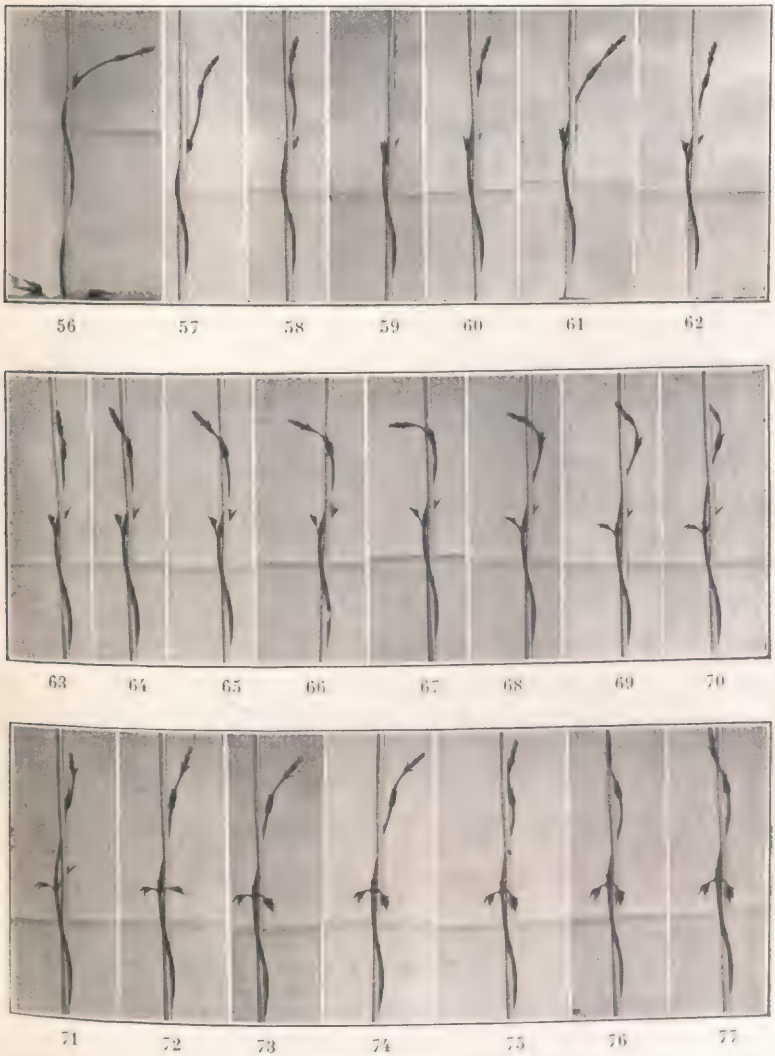


Fig. 56-77.

a dû faire, avant d'accomplir un tour d'hélice, un plus grand nombre de nutations révolutives latérales que dans l'expérience précédente. Cela tient à deux circonstances principales.

D'abord le support a été ici plus épais (7 millimètres) ; par conséquent, il fallait un plus grand allongement de la tige pour réaliser un tour d'hélice ; ensuite, la plante se trouvant dans une chambre, sa croissance était plus faible que si elle était restée en plein air.

Je reproduis dans le diagramme 55 les nutations effectuées par l'extrémité de la tige le quatrième jour (3 mai 1923, entre 5 heures et 20 heures).

Observation nº 3. — **Humulus Lupulus.**

(Projection perpendiculaire : fig. 78.)

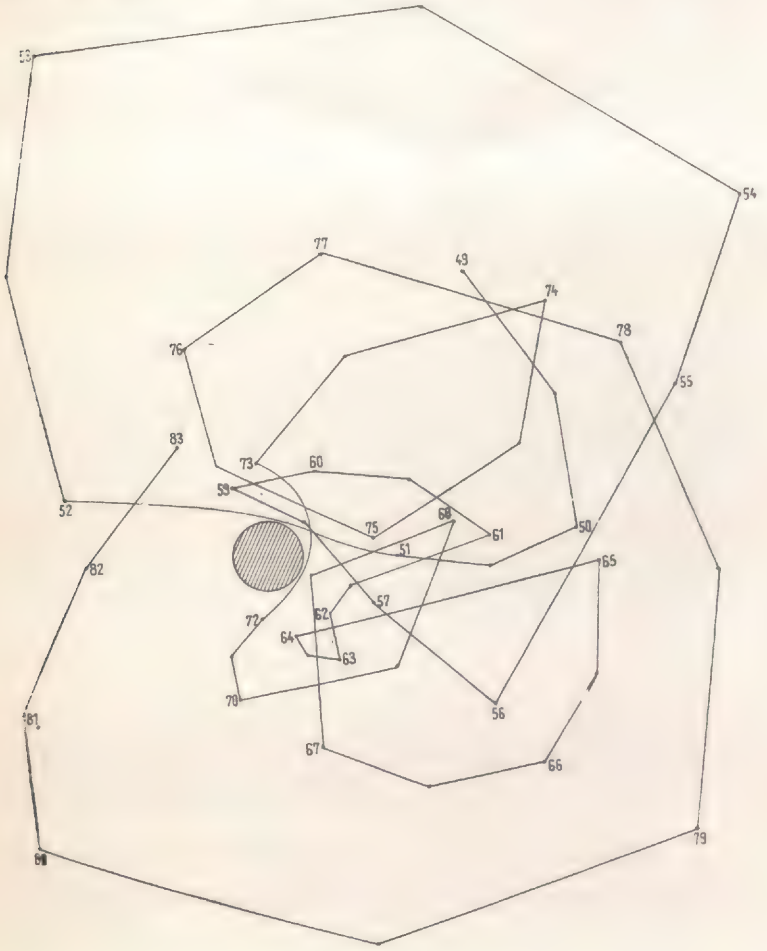
Observons maintenant une plante qui s'enroule sur un support encore plus épais que celui de l'expérience nº 2, à savoir un support ayant 18 millimètres de diamètre. C'était une tige très vigoureuse qui se développait dans le jardin et qui a été observée pendant quatre jours (du 7 au 10 mai 1923). Pendant cet intervalle de temps, la tige a accompli autour de son tuteur deux tours et trois quarts d'hélice et 20 nutations révolutives à côté du support, ce qui fait, en moyenne, un peu plus de 7 nutations pour un tour d'hélice ; cela se voit bien sur le diagramme 78, où, entre les points 49 et 83, sont enregistrés 7 nutations et un seul tour d'enroulement.

Observation nº 4. — **Humulus Lupulus.**

(Projection perpendiculaire : fig. 79. — Projections parallèles : fig. 80-96.)

Je me sers ici d'une tige bien développée, ayant à peu près 3 mètres de longueur et enroulée en de nombreux tours sur une ficelle de 2 millimètres et demi de diamètre ; on la fait maintenant s'enrouler sur un tuteur vertical de 22 millimètres de diamètre (un tube en verre). Les mouvements du sommet ont été observés pendant une journée entière, depuis 6 heures du matin jusqu'à 17 heures, et ses diverses positions représentées aussi bien en projection horizontale (diagramme 79) qu'en projection parallèle (fig. 80-86).

Ici aussi, comme dans l'expérience précédente, le tuteur étant épais, la tige a effectué de nombreuses nutations latérales (7), avant de faire un tour d'hélice ; pour le même



78

Fig. 78.

motif, la portion de tige nécessaire pour faire un tour sur le tuteur est beaucoup plus longue que dans les expériences précédentes (observation n° 1, par exemple), où le tuteur était plus mince ; enfin, et pour la même cause, la région terminale s'éloigne beaucoup plus de son support pendant

qu'elle exécute ses nutations latérales et fait avec celui-ci un angle plus grand ; on peut constater très bien ce dernier fait en comparant, par exemple, les figures 80-96 aux figures 13-30 (observation nº 1) ; c'est ainsi que, dans la figure 93, la distance entre le tuteur et la pointe de la tige est deux fois plus grande que dans la figure 23 ; il en est de même de l'inclinaison de l'organe par rapport à son support vertical.

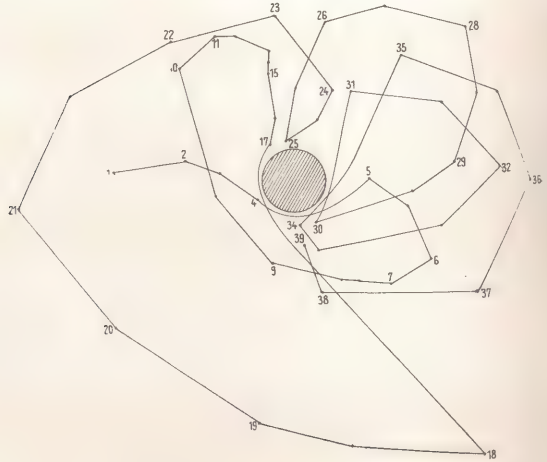


Fig. 79.

Dans cette expérience j'ai constaté également que le « recul » de la nutation latérale est beaucoup plus lent que l'« avancement » ; c'est ainsi que, dans la révolution indiquée par les points 9-18 (diagramme 79), la durée de l'avancement (points 9-11) a été de vingt-deux minutes, tandis que celle du recul (points 11-18) a été de cinquante-neuf minutes. La lenteur avec laquelle s'effectue le recul est due au frottement et à la pression de la tige sur son support (fig. 90 et 91) ; en effet, dans la première partie du recul, depuis le point 11 jusqu'au point 17 (diagramme 79), le sommet a mis cinquante-cinq minutes.

tandis que, depuis le point 17 et le point 18, entre lesquels

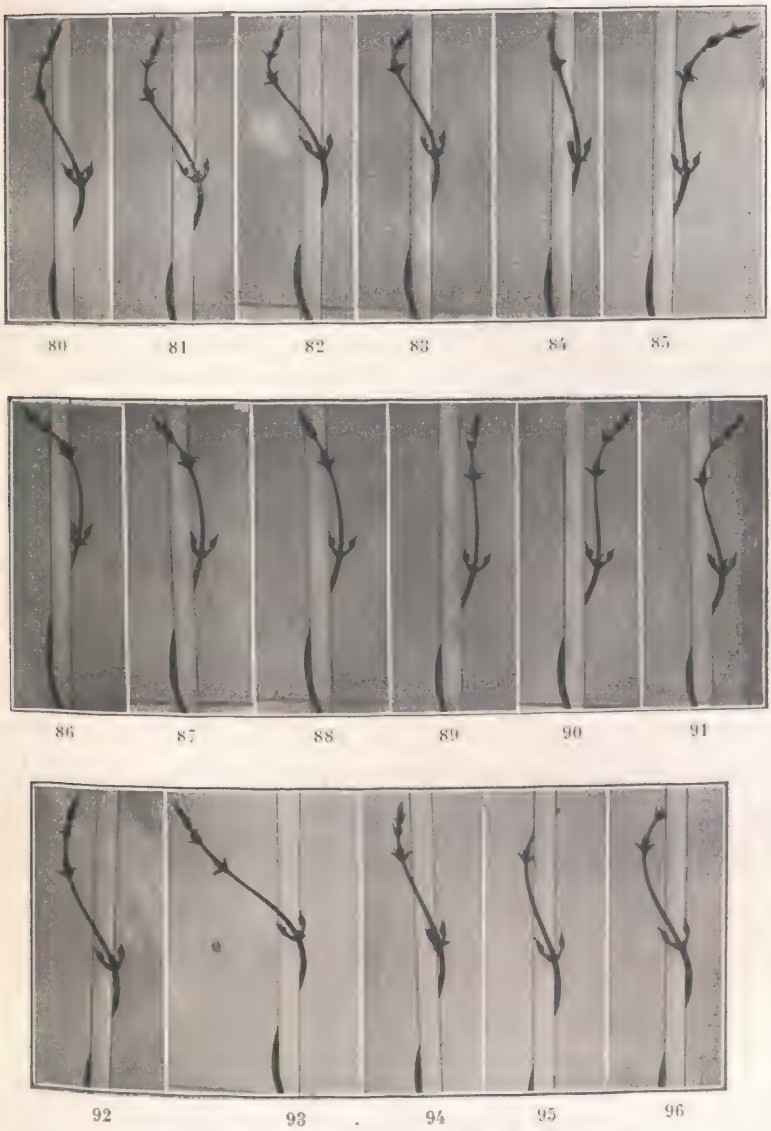


Fig. 80-96.

a eu lieu l'échappement de la pointe, il ne s'est écoulé que quatre minutes.

OBSERVATION N° 5. — **Humulus Lupulus.**

(Projection horizontale : fig. 97. — Projections parallèles : fig. 98-102.)

Une tige longue de 3m,50 avait entouré d'abord une ficelle verticale de 2 millimètres et demi de diamètre. On lui a offert ensuite un support très épais, ayant 10 centimètres de diamètre, autour duquel elle s'enroula assez facilement (fig. 98-102), mais non sans être obligée de faire, à côté du support, un nombre de nutations révolutives beaucoup plus grand que dans les cas cités précédemment ; c'est ainsi qu'en deux jours le sommet a effectué 7 révolution et demie, mais seulement un demi-tour d'hélice sur le support, ce qui ferait à peu près 15 nutations pour un tour complet d'hélice. Je ne reproduis ici que le diagramme de deux nutations latérales (points 26-30 et 31-39 du diagramme 97), ainsi que les figures 98-102, où l'on voit les principales phases de cette nutation.

Conclusions des expériences sur l' « Humulus Lupulus ».

Des expériences précédentes, dont la durée totale a été de vingt-sept jours et d'autres observations qui ont été poursuivies pendant vingt-trois jours et que je n'ai pas citées, pour ne pas trop allonger le mémoire, il résulte ce qui suit :

1° Si nous commençons les observations lorsque la tige est en train de s'enrouler, depuis quelque temps, sur un tuteur vertical, on constate, sans aucune exception, que l'extrémité effectue un certain nombre de *nutations latérales* (à côté du support) avant d'accomplir un tour d'hélice autour du support.

2° Cela est vrai, quel que soit le diamètre du tuteur, avec cette différence que plus le diamètre du support est grand, plus grand est le nombre des nutations révolutives latérales, avant l'accomplissement d'un tour d'hélice ; cette relation entre le nombre des nutations et le diamètre du support se comprend facilement ; en effet, lorsque celui-ci est plus épais, il faut que la tige s'allonge plus pour pouvoir l'embrasser d'un tour que lorsque le tuteur est mince; mais comme, pendant la durée de

cet allongement, les mouvements de nutation continuent,

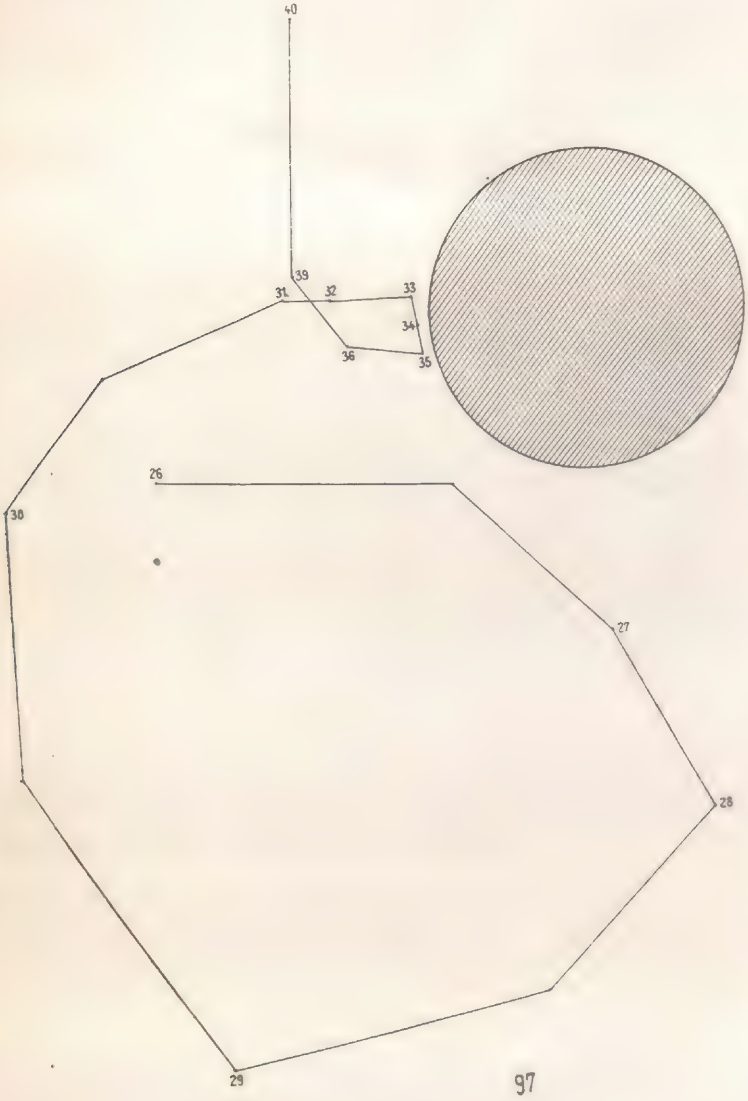


Fig. 97.

l'extrémité de l'organe décrit constamment des révolutions à côté du support.

3° Lorsque l'on observe les nutations révolutives latérales

de l'extrémité de la tige, on a l'impression que ces mouvements consistent en des alternances, en des successions d'avancements et de reculs ; mais, en réalité, les nutations se font toujours dans le même sens, à savoir à droite (*dextrorsum*) pour le Houblon.

4° L'enroulement autour du support ne s'effectue pas d'un seul trait, d'une manière continue, comme on le croit d'habitude, comme le croyait surtout Ch. Darwin, mais par à-coups. Un enroulement continuel ne pourrait se concevoir que si

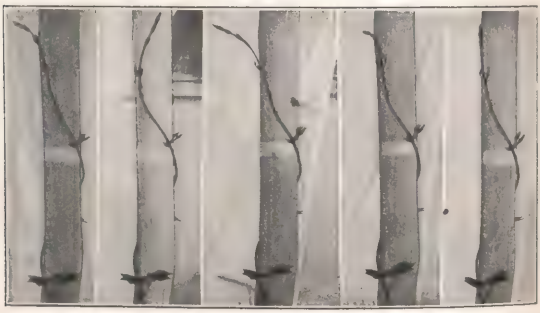


Fig. 98-102.

l'allongement de la tige était suffisamment intense, s'il avait la même intensité que le pouvoir d'enroulement ; mais, en réalité, la tige s'allonge, presque toujours, plus lentement qu'elle ne se contourne en hélice autour de son tuteur. Ce lent accroissement en longueur explique pourquoi l'extrémité de la tige effectue plusieurs nutations révolutives latérales avant d'accomplir un tour d'hélice. On comprendrait difficilement que les nutations révolutives s'arrêtent, parce que l'allongement est trop faible pour permettre à la tige d'embrasser son support.

En réalité, autant que je sache, ce n'est que dans un seul cas que la nutation révolutive marche de pair avec l'enroulement sur le support : c'est quand une tige volubile rencontre un support par un de ses points très éloigné du sommet de cette

tige ; dans ce cas, la partie libre de la tige circumnutante contourne le tuteur sans s'arrêter ; des points de plus en plus rapprochés du sommet sont mis en contact avec le support, et ainsi de suite jusqu'au bout de la tige ; arrivé à cet état, l'enroulement s'arrête momentanément, mais la nutation révolutive suit son chemin, avec cette seule différence que les révolutions ne s'effectuent plus autour de l'axe du support, mais à côté de celui-ci.

Je citerai les résultats de deux expériences qui montreront mieux ce que je viens de dire.

Observation n° 6. — **Humulus Lupulus.**

(Projections perpendiculaires : fig. 103-104.)

J'ai mis en observation la jeune pousse d'une plante qui s'était développée dans un pot, d'un rhizome planté l'automne précédent. La tige possédait sept entre-nœuds, dont cinq dans la

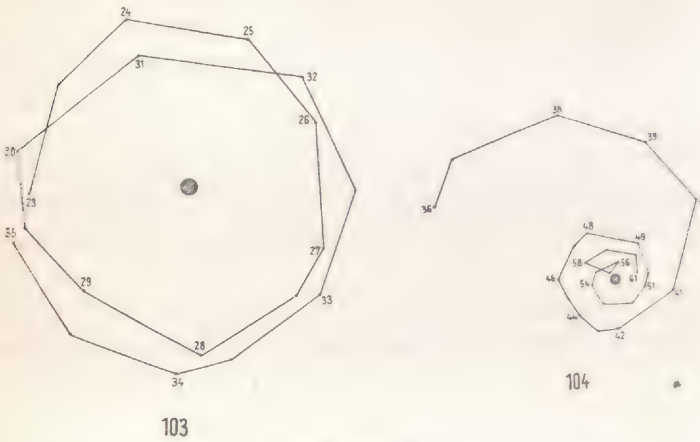


Fig. 103-104.

partie verticale et les deux derniers dans la portion inclinée et circumnutante. J'ai laissé la tige sans support et j'ai observé et inscrit d'abord, pendant deux jours, les nutations révolutives de la pointe libre, pour me convaincre que les mouvements sont assez réguliers. L'extrémité de la tige décrivit

des circumnutations très régulières autour de la portion verticale, comme axe, à savoir cinq révolutions par journée d'observation de dix heures ; en moyenne, la tige mit deux heures trente-sept minutes pour accomplir une révolution (1).

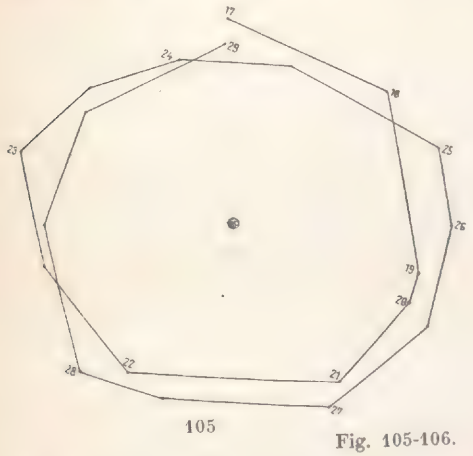
Après que la tige eut décrit ces nutations sans support, dont les deux dernières sont représentées dans le diagramme 103, je plaçai à côté de la tige verticale une baguette de 2 millimètres et demi de diamètre ; la portion inclinée et circumnutante de la pousse rencontra la baguette au moment où la projection horizontale de la pointe a été marquée par le point 36 du diagramme 104 ; la portion nutante de la tige étant suffisamment longue, cette portion a continué son mouvement révolutif autour du support et a accompli d'un seul trait deux tours ; ici les deux nutations révolutives sont, pour ainsi dire, confondues avec les mouvements d'enroulement ; la première de ces deux révolutions fut accomplie en deux heures douze minutes, la seconde en deux heures trente-deux minutes. Donc il n'y a pas une grande différence entre la vitesse des nutations libres et la vitesse des nutations autour du support. Mais bientôt la tige s'est enroulée jusqu'à sa pointe, qui est arrivée au contact du tuteur (point 56 du diagramme 104) ; à ce moment l'enroulement en hélice autour du support cesse évidemment, parce que, comme nous l'avons déjà vu, la vitesse d'allongement de la tige est trop faible par rapport au mouvement de la nutation ; ce mouvement se continue alors par une nutation révolutive à côté du support.

(1) Pour comparer les vitesses des révolutions, il faut toujours prendre la moyenne du plus grand nombre possible de nutations, car, dans la nature, lorsqu'on travaille dehors, les vitesses sont en fonction de diverses influences extérieures et surtout de la température ; c'est ainsi que, entre 15 h. 7 m. et 17 heures, une des cinq circumnutations mentionnées fut accomplie en une heure cinquante-trois minutes (température moyenne 25°), tandis que entre 17 heures et 20 heures, une révolution mit trois heures vingt-deux minutes (température moyenne 22°) ; enfin, entre 4 h. 30 et 8 h. 35 du matin, une nutation ne fut effectuée qu'en quatre heures cinq minutes (température moyenne 16°).

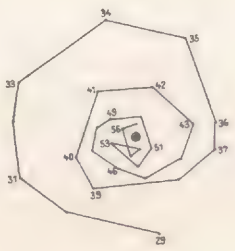
Observation n° 7. — **Humulus Lupulus.**

(Projections perpendiculaires : fig. 105-106.)

Une autre jeune pousse de Houblon, qui s'était développée dans un petit pot, ayant huit entre-nœuds, dont six dans la partie verticale et deux dans la portion penchée et circumnutante, m'a donné des résultats identiques à ceux de l'expérience prédédente. Le diagramme 105 montre quelques-unes des circumnutations accomplies par l'extrémité libre de la tige et le



105



106

Fig. 105-106.

diagramme 106 la continuation des nutations après la rencontre d'un tuteur. Ici la portion inclinée de la tige, mesurée depuis le point de contact avec le support jusqu'à la pointe, a été un peu plus longue que dans l'exemple précédent ; la conséquence a été que l'extrémité a contourné trois fois le tuteur d'un seul trait, jusqu'à ce que le sommet de la tige soit arrivé à son contact (points 29-53 du diagramme 106). Jusqu'ici donc les trois nutations ont marché de pair avec les enroulements en hélice, c'est-à-dire que les deux mouvements sont confondus. Mais, lorsque la tige s'est enroulée jusqu'à son sommet, elle cesse momentanément de contourner le support, tandis que la nutation révolutive continue en s'accomplissant à côté de ce tuteur (points 53-56 du diagramme 106). Dans cette expérience, la vitesse moyenne des nutations révolu-

tives de la tige dépourvue de tuteur a été de deux heures douze minutes (température moyenne 23°) et celle des nutations ultérieures, autour du support, de deux heures cinquante-six minutes (température 22°). Donc, après avoir rencontré le tuteur, la tige a effectué ses nutations un peu plus lentement qu'auparavant, peut-être simplement à cause du léger abaissement de la température.

Discussion des résultats et comparaison entre les nutations révolutives d'une tige dépourvue de support et les nutations latérales.

D'après Palm, Dutrochet, Darwin, Wortmann, l'enroulement en hélice autour d'un tuteur vertical n'est que la continuation de la nutation révolutive de la tige avant d'avoir un support. Pour Wortmann, par exemple: «*Windebervegung ist rotierende Bewegung* (1) (*rotierende Bewegung : rotierende Nutation*) (2) ». Ces auteurs ne paraissent pas avoir constaté l'existence des nutations latérales.

D'après Hugo de Vries, la circumnutation normale de la pointe d'une tige volubile cesse naturellement (*die normale Nutationsbewegung hört selbstverständlich auf*) (3), au moment où cette pointe atteint un support ; mais, dès ce moment, la pointe exécute des mouvements irréguliers (*bewegt sich anscheinend unregelmässig hin und her*) ; le sommet est tantôt serré contre le support et en est tantôt plus ou moins écarté.

D'après Baranetzki (4), l'enroulement autour du support n'est la continuation de la nutation révolutive que pour les tiges de certaines plantes, comme, par exemple, le *Dioscorea Batatas*. Cet auteur dit avoir observé que « l'embrassement du tuteur est essentiellement la conséquence de la nutation symétrique prolongée de la pointe incurvée de la tige ». Nous verrons dans la suite, quand nous exposerons les résultats de nos observations sur l'Igname de Chine, que les conclusions de cet

(1) J. Wortmann, Ueber die Natur der rotirenden Nutation der Schlingpflanzen (*Botanische Zeitung*, 1886, p. 18 du tirage à part).
(2) J. Wortmann, *loc. cit.*, p. 17.
(3) Hugo de Vries, *loc. cit.*, p. 338.
(4) Baranetzki, *loc. cit.*, p. 56, fig. 10.

excellent observateur ne correspondent pas à la réalité. Mais, d'après le même savant, dans la plupart des cas, lorsque la tige circumnutante atteint un support et lorsqu'elle commence à s'enrouler en hélice autour de celui-ci, « la nutation symétrique est remplacée par une nutation asymétrique (1). « La nutation symétrique de Baranetzki, c'est la nutation circulaire, c'est-à-dire celle pendant l'accomplissement de laquelle « le sommet recourbé de la tige décrit un tracé régulier dans un plan horizontal (2) » ; Baranetzki l'appelle symétrique parce que la pointe nutante « garde dans toutes ses positions successives la même position relative aussi bien par rapport à l'horizon que par rapport à l'axe de la partie verticale de la tige ». La nutation est asymétrique lorsque « la pointe ne conserve pas, pendant son mouvement, la même position par rapport à l'horizon et qu'elle décrit une ellipse dont le plan est plus ou moins incliné, d'à peu près 45°, aussi bien sur l'horizon que sur l'axe de la tige immobile (3) » ; dans ce dernier cas, le sommet tantôt s'écarte de son support, tantôt s'en rapproche, comme le montre la figure 9 (p. 54) du Mémoire de Baranetzki.

Mais cette distinction de deux sortes de nutations est illusoire ; on est trompé par une fausse apparence ; en effet, comme l'avait déjà bien observé Ch. Darwin (4), « il ne faut pas se figurer que le mouvement révolutif soit toujours régulier ; dans un très grand nombre de cas, le sommet trace une ellipse, même une ellipse très étroite, parce que deux faces de la tige, par exemple celles exposées au nord et au midi, s'accroissent avec plus de rapidité que les deux autres faces ; d'autre part, pendant que le sommet dépourvu de support accomplit ses nutations révolutives, on observe souvent un complet redressement de la tige ». L'inclinaison et le relèvement du sommet d'une tige circumnutante, dépourvue de tuteur, ont été signalés aussi par Voss (5) chez le *Phaseolus multiflorus* et chez

(1) Baranetzki, *loc. cit.*, p. 57.
(2) Baranetzki, *loc. cit.*, p. 11.
(3) Baranetzki, *loc. cit.*, p. 15-18.
(4) Ch. Darwin, Les mouvements et les habitudes des plantes grimpantes, 1877, p. 15.
(5) W. Voss, Neue Versuche über das Winden des Pflanzenstengels (*Botanische Zeitung*, 1902, p. 243-244).

le *Bowiea volubilis*. Je montrerai plus loin (deuxième partie) que les nutations révolutives sont loin d'être symétriques ; la pointe circumnutante ne garde pas la même position, ni par rapport à l'horizon, ni par rapport à l'axe vertical : toutes les nutations révolutives sont en réalité asymétriques.

Les auteurs modernes semblent n'avoir accordé aucune attention, ni au fait constaté par Hugo de Vries que le sommet « paraît se mouvoir irrégulièrement, ni à la nutation asymétrique de Baranetzki. C'est ainsi que, d'après Miehe (1), la pointe recourbée de la tige d'*Akebia quinata* continuerait sans interruption son mouvement autour de son tuteur ; on n'observerait que tout à fait rarement un faible redressement de l'extrémité recourbée. Malheureusement, il est difficile d'admettre la manière de voir de l'auteur, premièrement parce que les phases successives sont enregistrées à des intervalles de temps trop longs ; secondement, les esquisses que donne l'auteur ne doivent pas être faites d'après nature, mais de mémoire ; en effet, dans les figures 1 et 3, l'auteur (2) dessine une plante volubile à droite (*dextrorsum*) ; en réalité, la tige de l'*Akebia quinata* est volubile à gauche ; à ce point de vue, tous les auteurs sont d'accord (3). D'ailleurs Miehe lui-même, lorsqu'il donne des photographies de cette plante (4), montre qu'il a eu à sa disposition une tige volubile à gauche. Enfin, je montrerai plus loin que la tige de l'*Akebia quinata* fait des nutations latérales, comme les autres espèces de plantes volubiles (Voir les observations nos 45 et 46).

En résumé :

Les nutations révolutives ne cessent pas après la rencontre de la tige avec un support ; elles sont continuées par des nutations à côté du support. C'est à ces mouvements que je donne le nom de *nutations latérales*. Ces nutations sont aussi normales, aussi habituelles que les nutations exécutées avant la rencon-

(1) H. Miehe, Beiträge zum Windeproblem (*Jahrbücher f. wiss. Botanik*, Bd. LVI, 1915, p. 668).

(2) H. Miehe, *loc. cit.*, p. 678.

(3) Ch. Darwin, Les mouvements et les habitudes des plantes grimpantes, 1877, p. 32 ; H. Schenck, Beiträge zur Biologie u. Anatomie d. Lianem, 1892, p. 124.

(4) H. Miehe, *loc. cit.*, fig. 4, et Pl. X.

tre d'un appui ; elles se rencontrent chez tous les individus d'une même espèce, et, comme on le verra dans la suite, dans toutes les espèces sur lesquelles ont porté mes observations ; donc elles doivent être un phénomène inévitable et peut-être une adaptation utile à la plante ; elles s'accomplissent régulièrement, sans s'arrêter tant que la croissance de la tige continue ; ses vitesses varient avec la température de la même manière que la vitesse des nutations libres. Il n'y a que la forme du chemin parcouru par la pointe qui n'est pas aussi rapprochée de la forme circulaire (projection horizontale) dans les nutations révolutives latérales que dans celles accomplies par le sommet dépourvu de tuteur ; mais cette forme dite régulière ou normale n'est pas, comme l'avait indiqué déjà Ch. Darwin, un caractère des circumnutations dites symétriques. De plus, il y a une autre similitude entre les deux sortes de nutations : Ch. Darwin (1) mentionne « qu'en même temps qu'elle décrit des courbes la partie apicale trace souvent de petites boucles, de petites ellipses secondaires » ; or, il y en a de même pendant l'accomplissement des nutations révolutives latérales ; ici aussi les grandes ellipses sont souvent interrompues dans leur marche par de petites boucles, qui sont en réalité des nutations de faible amplitude. Donc, à tous les égards, il y a similitude complète entre les nutations des tiges ayant un support et celles des tiges qui en sont dépourvues ; en réalité, les nutations latérales sont la *continuation normale des nutations libres.*

Observation nº 8. — **Calystegia sepium.**

(Projections horizontales : fig. 107-108. — Projections parallèles : fig. 109-122.)

J'ai opéré sur une plante développée dans un pot, possédant dix entre-nœuds et ayant accompli quatorze tours d'hélice sur une ficelle d'un peu moins de 2 millimètres de diamètre. L'observation a été faite pendant les journées du 7, 8, 9 et

(1) Ch. Darwin, La faculté motrice dans les plantes (traduit par Ed. Heckel, 1882, p. 1 et 267.

10 mai, généralement entre 6 heures et demie et 19 heures. La plante, possédant un gros rhizome, s'allongeait très énergiquement. Comme on peut le voir par le diagramme 107, son sommet a effectué le 7 mai, entre 8 heures 33 minutes et 20 heures 58 minutes, deux tours d'hélice autour de son support ; on peut y voir que chaque tour a été interrompu par une nutation révolutive latérale ; la première est indiquée sur

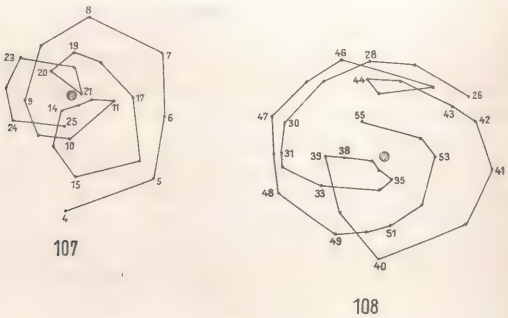


Fig. 107-108.

le diagramme 107 par les points 10 à 15 ; la seconde, par les points 19-23.

Le lendemain 8 mai, entre 6 heures 10 minutes et 18 heures 24 minutes, le sommet a effectué également deux tours d'hélice, et chaque tour a encore été interrompu par une nutation révolutive latérale. Le premier tour commence au point 30 du diagramme 108, position représentée par la figure 109 : les points 31-35 du même diagramme horizontal ainsi que les figures 110 à 112 montrent la marche « en avant ».

Dès la position indiquée par le point 35 et la figure 112, le sommet continue la nutation *à côté du support*, en passant par les points 36-39 ; deux de ces dernières positions sont représentées par les figures 113 et 114 ; cette dernière partie du chemin représente la phase de « recul », mais en réalité c'est la continuation, dans le même sens (*sinistrorsum*) de la nutation révolutive. Maintenant, après la position indiquée par le point 39 du diagramme 108 et la figure 114, commence

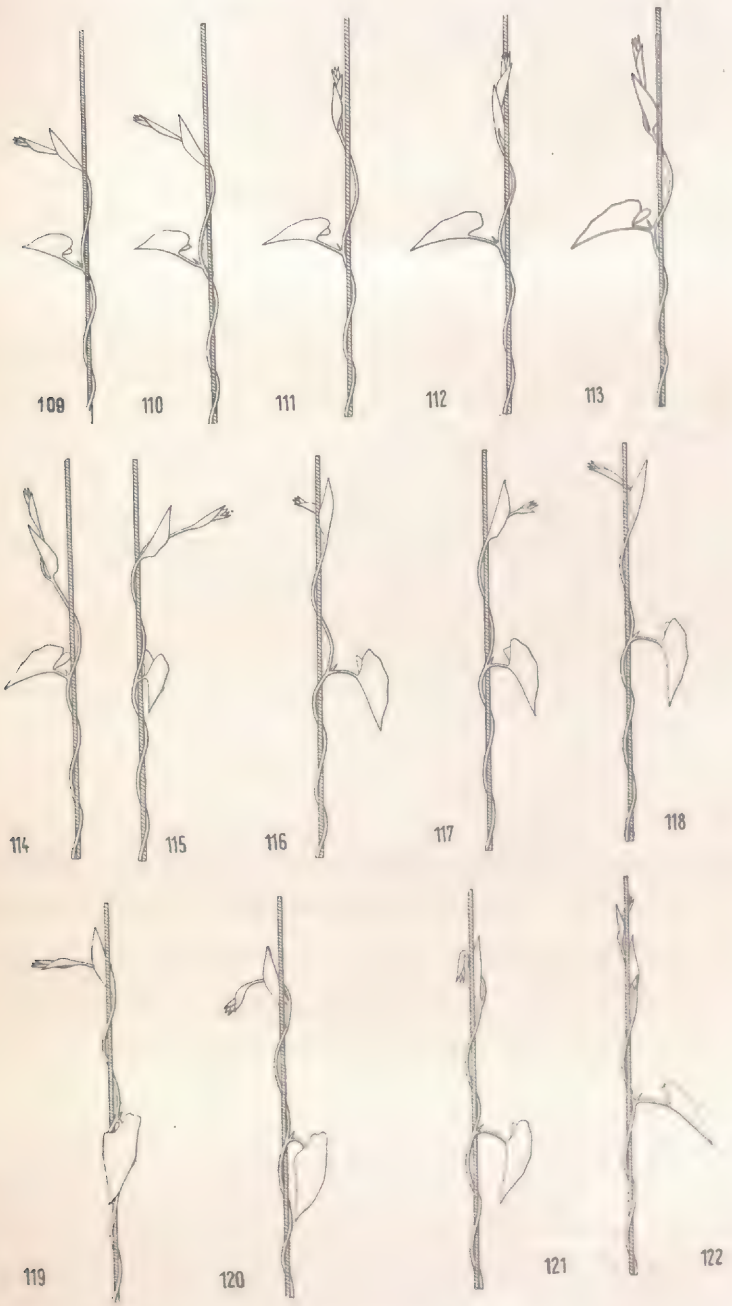


Fig. 109-122.

un nouvel « avancement », qui se continue par les points 40 à 44 du même diagramme et les positions représentées dans les figures 115 et 116. Ici, le sommet exécute une nouvelle boucle (points 44 à 46 et figures 117 et 118), après laquelle l'enroulement sur le support se continue (points 47 à 55 et figures 119 à 121). Puis commence un nouveau « recul » (fig. 122).

Le troisième jour, le mouvement rappelle, à tous égards, celui des deux jours précédents.

Le mouvement général a présenté une particularité qui mérite d'être signalée. Pendant qu'il est écarté de son support, le sommet de la tige s'incline d'abord presque horizontalement (fig. 119), pour se diriger ensuite vers le bas (fig. 120) ; mais, au fur et à mesure que, pendant son mouvement de nutation, il se rapproche du tuteur, il se redresse pour devenir, à un moment donné, presque droit et vertical (fig. 122). Il s'ensuit que le plan général du mouvement est incliné vers le bas.

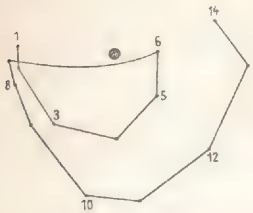
Donc, dans le *Calystegia sepium*, le nombre des nutations révolutives latérales semble être constant, à savoir deux nutations pour un tour complet que la tige effectue autour de son support.

Observation n° 9. — **Calystegia dahurica** Hort. (*Calystegia sepium* var. *incarnata*).

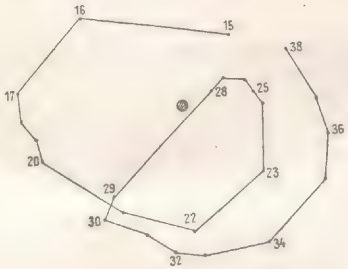
(Projections horizontales : fig. 123-127. — Projections parallèles : fig. 128-149.)

L'expérience porte sur une tige vigoureuse qui s'était développée dans la terre du jardin, ayant effectué déjà 34 tours et demi autour d'une ficelle d'un millimètre et demi de diamètre. La plante a été observée pendant trois jours, du 20 au 22 mai. Pendant la première journée, sa tige a effectué deux nutations révolutives latérales pour un tour et demi d'hélice (diagrammes 123 et 124) ; le second jour, elle a accompli trois révolutions (diagrammes 125-126), dont une de faible amplitude (une boucle), pour un tour et demi d'hélice. Pen-

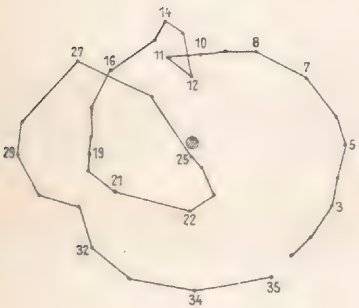
dant l'accomplissement d'une boucle, la pointe de la tige reste écartée du tuteur, aussi bien pendant son « avancement »



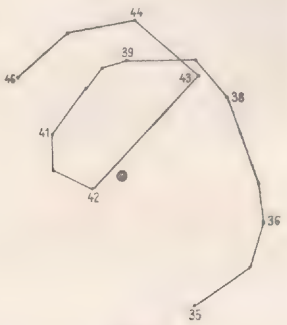
123



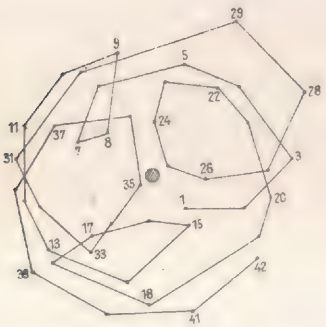
124



125



126



127

Fig. 123-127.

que pendant son «recul», tandis que, dans les nutations latérales de grande amplitude, l'extrémité de l'organe glisse sur

le support pendant la période de recul, en exerçant, généralement, une certaine pression sur son appui (diagrammes 125 et 126 et figures 128-129). Enfin, le troisième jour, j'ai enre-

Fig. 128-149.

gistré quatre nutations révolutives latérales pour deux tours d'hélice (diagramme 127).

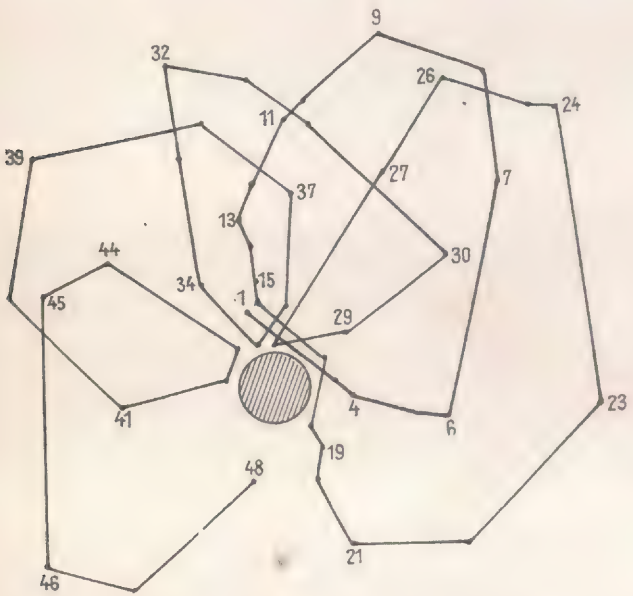
Dans cette expérience, comme dans la précédente, la partie apicale de la tige, en s'écartant de son tuteur, pendant l'ac-

complissement d'une nutation latérale, s'incline vers le bas et se recourbe en forme de crosse (Voir, par exemple, les figures 132-136) ; au contraire, lorsque le sommet se rapproche de son appui, il se redresse (fig. 140-141). Pour se rendre bien compte de la distance qui sépare la pointe de son support, il faut examiner non seulement la figure, mais aussi le point correspondant du diagramme. C'est ainsi que, dans la figure 136, l'extrémité recourbée semble s'appuyer sur le tuteur, tandis qu'en réalité elle en est éloignée de 29 millimètres (point 14 du diagramme 125).

Observation n° 10. — **Calystegia dahurica** Hort.

(Projection perpendiculaire : fig. 150. — Projections parallèles : fig. 151-162.)

J'ai mis en observation une tige bien développée, ayant



150

Fig. 150.

$2^{m},50$ de hauteur ; auparavant, elle avait accompli 60 tours

d'hélice sur une ficelle d'un millimètre et demi de diamètre et 10 tours d'hélice sur un bâton cylindrique de 10 millimètres de diamètre. La durée de l'observation a été de dix heures cinq minutes. On voit, d'après le diagramme 150 et les figures

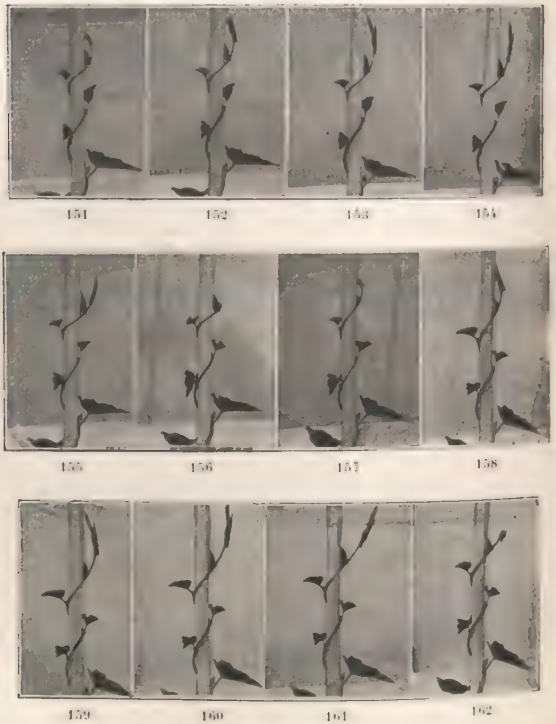


Fig. 151-162.

151-162, que, vu l'épaisseur plus grande du support, la tige est obligée d'effectuer un plus grand nombre de nutations révolutives latérales avant d'accomplir un tour d'hélice ; en effet, j'ai enregistré 5 révolutions et seulement un demi-tour d'hélice (diagramme 150). Au commencement, la pointe de la

tige occupait la position indiquée par le point 1 du diagramme et à la fin la position marquée par le point 48 ; on a pris des photographies seulement pendant la durée d'une nutation latérale et demie (entre les points 1 et 24). Les figures 151-162 montrent encore que, lorsque le tuteur est assez épais, l'extrémité de la tige ne s'écarte pas aussi loin de son appui et se recourbe beaucoup moins que lorsque le support est mince (Obs. nº 9).

OBSERVATION Nº 11. — **Convolvulus arvensis.**

(Projection horizontale : fig. 163.)

Je n'ai fait qu'une seule observation sur cette espèce, à savoir sur une petite plante haute de 28 centimètres et ayant

163

Fig. 163.

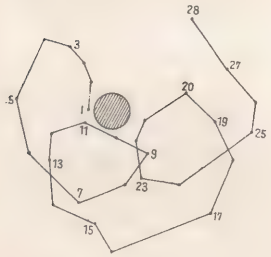
14 feuilles ; elle s'était développée dans un petit pot et avait effectué, auparavant, 11 tours d'hélice sur un support vertical de 2 millimètres de diamètre. Les observations ont été faites

dans une chambre, où la tige s'accroissait assez lentement ; comme on peut le voir par le diagramme 163, la tige a fait, en deux journées, quatre nutations latérales en forme de boucles, mais seulement un tour et demi d'hélice.

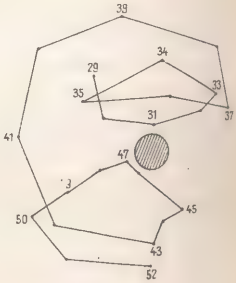
Observation nº 12. — **Periploca græca.**

(Projections horizontales : fig. 164-166. — Projections parallèles : fig. 167-183.)

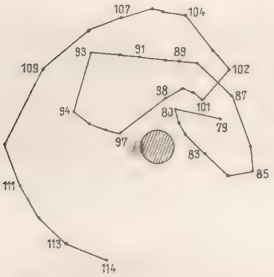
Je me suis servi d'une branche ayant 50 centimètres de hau-



164



165



166

Fig. 164-166.

teur, 6 entre-nœuds et 5 paires de feuilles ; elle avait fait,

auparavant, 2 tours et demi d'hélice sur un support vertical de 10 millimètres de diamètre. Les observations ont été faites pendant cinq journées du mois de mai, lorsque l'accroisse-

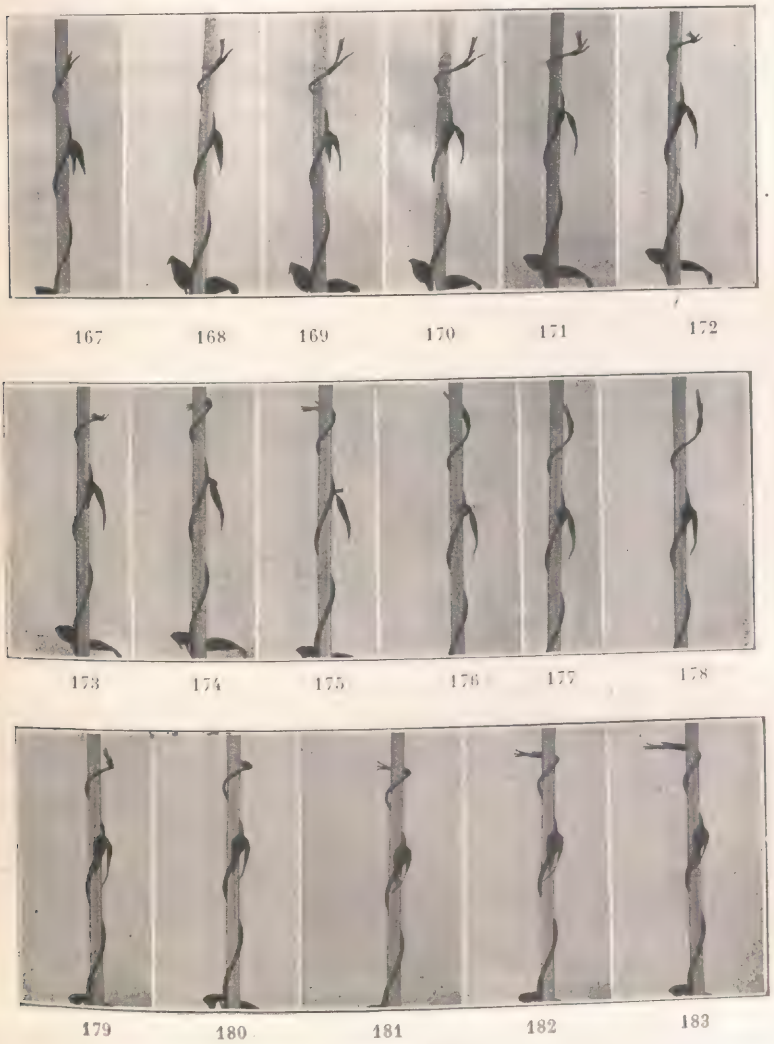


Fig. 167-183.

ment en longueur de la tige était très actif. Je rapporte des résultats des deux premières journées, ainsi que de la cinquième. Le premier jour, le sommet de la tige a exécuté trois nutations révolutives latérales pour trois quarts de tour d'hé-

lice (diagramme 164) ; le second jour, c'est aussi trois nutations latérales qui furent accomplies pour trois quarts de tour d'hélice (diagramme 165) ; pendant la cinquième journée (depuis 6 heures 40 minutes jusqu'à 16 heures 40 minutes), on a enregistré deux nutations latérales pour un demi-tour d'hélice (diagramme 166 et fig. 167-183) ; en moyenne, il faut donc que la tige effectue quatre nutations latérales (à côté du support) avant d'accomplir un tour d'hélice autour de celui-ci.

Observation nº 13. — **Periploca græca.**

(Projections horizontales : fig. 184-185.)

Lorsque le diamètre de l'appui a été moindre que dans l'expérience précédente, le nombre des nutations révolutives laté-

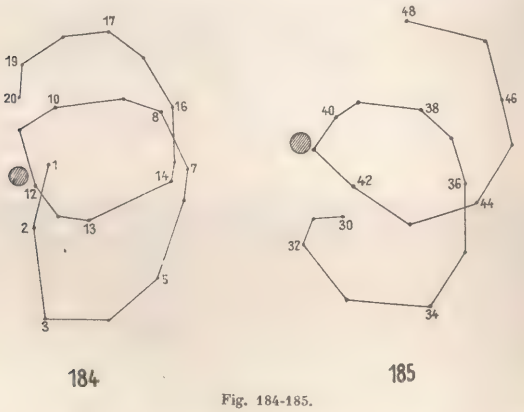


Fig. 184-185.

rales, pour un tour d'hélice, a diminué. Ainsi, une branche longue de 68 centimètres qui s'enroulait sur un support de 4 millimètres de diamètre, et qui avait été observée durant trois jours, accomplissait seulement deux nutations révolutives latérales pour un tour d'hélice (diagrammes 184 et 185).

Observation n° 14. — **Apios tuberosa.**

(Projections horizontales : fig. 186-189. — Projections parallèles : fig. 190-211.)

La plante que j'ai étudiée était, au début, haute de 28 centimètres ; elle s'était développée dans un petit pot et avait

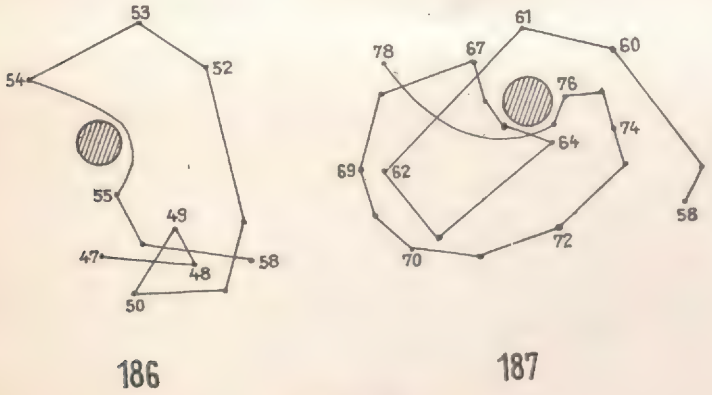


Fig. 186-187.

effectué quatre tours d'hélice sur un support vertical de 7 millimètres de diamètre. Les mouvements de la tige ont été

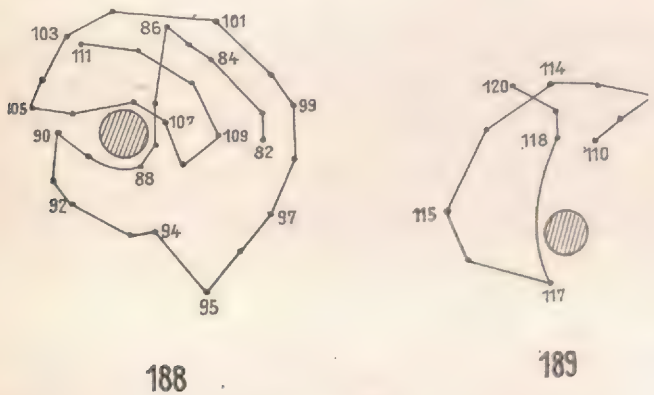


Fig. 188-189.

surveillés et enregistrés pendant trois jours (le 17, le 18 et le 19 mai). Le second jour, la tige a achevé en neuf heures cinquante-trois minutes quatre nutations latérales, mais

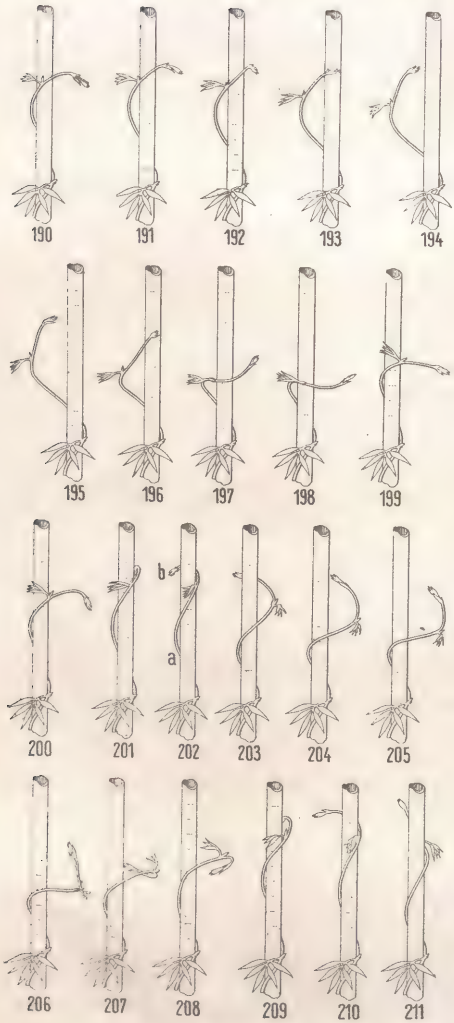


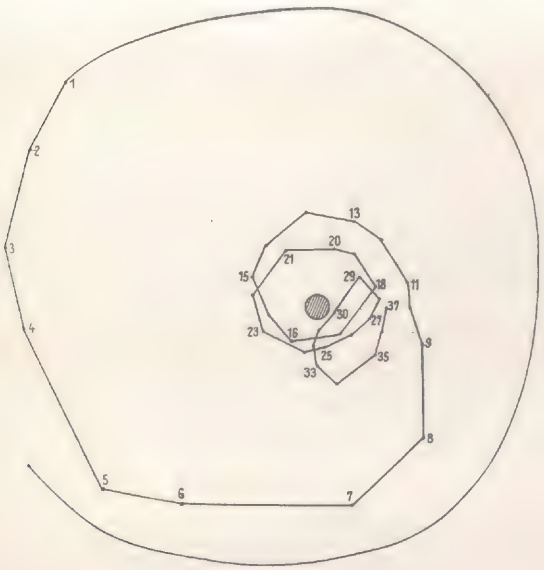
Fig. 190-211.

seulement trois quarts d'un tour d'hélice sur son tuteur (diagrammes 186 et 187) ; la vitesse moyenne d'une nutation a été donc de deux heures vingt-huit minutes ; le troisième jour l'extrémité avait effectué, en onze heures dix minutes, quatre nutations à côté du support et seulement un quart de tour d'hélice, comme on peut le voir par les diagrammes 188 et 189. Sur les figures 190-211, qui sont des copies très scrupuleuses d'après des photographies, on peut suivre très facilement les différentes phases des mouvements de l'extrémité de la tige.

Observation nº 15. — **Apios tuberosa.**

(Projection perpendiculaire : fig. 212.)

Pour montrer que, tant qu'elle est suffisamment longue, l'extrémité de la tige, qui a rencontré un support, ne fait pas des nutations révolutives *à côté* de ce support, mais exécute



212

Fig. 212.

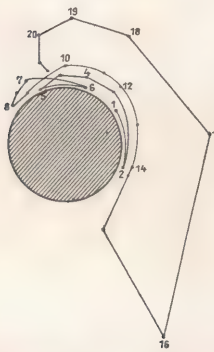
des nutations *autour* de celui-ci, je reproduis ci-dessous les résultats des observations que j'ai faites sur une jeune pousse d'*Apios tuberosa*. La tige possédait à sa base trois courts entre-nœuds, trois longs entre-nœuds en son milieu et un autre très court à son extrémité ; la longueur totale de l'organe était de 25 centimètres, et sa portion apicale très inclinée, presque horizontale, faisait des circumnutations régulières. J'ai placé devant la portion circumnutante une baguette cylindrique de 7 millimètres de diamètre, que la tige a atteint bientôt, à savoir lorsqu'elle était dans la position représentée par le

point 1 du diagramme 212. Dès ce moment (8 h. 13 du matin) et pendant toute la journée, jusqu'à 16 heures, la pointe de la tige a contourné le tuteur *sans interruption* et a fait trois tours d'hélice, dont la vitesse moyenne a été de deux heures vingt-deux minutes ; à aucun moment la tige ne s'est arrêtée dans sa marche autour du support ; elle n'a pas fait de nutations latérales à côté de l'appui. Ce n'est qu'après avoir effectué, sans arrêt, ces trois tours d'hélice et s'être enroulée jusqu'à son sommet que la pointe de la tige a commencé l'exécution de nutations révolutives latérales (au point 29 du diagramme 212), dont la première (points 29-37) a mis deux heures trois minutes et la seconde deux heures trente-sept minutes à s'achever.

Observation n° 16. — **Apios tuberosa.**

(Projection horizontale : fig. 213. — Projections parallèles : fig. 214-228.)

Lorsque le tuteur est plus épais, les mouvements révolutifs de l'extrémité de la tige présentent certains caractères que nous n'avons pas constatés chez les plantes mentionnées jusqu'à présent, mais que nous rencontrerons, cependant, dans d'autres espèces dont il sera question dans la suite (*Dioscorea Batatas*, *Quamoclit vulgaris*, etc.). En effet, dans ce cas, non seulement le nombre des nutations révolutives latérales augmente, mais encore le sommet de la tige, qui prend la forme de crochet, fait moins de nutations de grande amplitude et de plus nombreuses petites nutations en forme de boucle ; la cause de ce phénomène, c'est que le crochet reste appliqué, la plupart du temps, à la surface du support sur lequel il glisse et trace de petites boucles irrégulières, mais *toutes dans la même direction normale*. On peut vérifier ce fait en examinant le diagramme 213, ainsi que les figures 214-



213

Fig. 213.

228, où sont représentés les mouvements de l'extrémité crochue d'une tige d'*Apios tuberosa* s'enroulant sur un support de

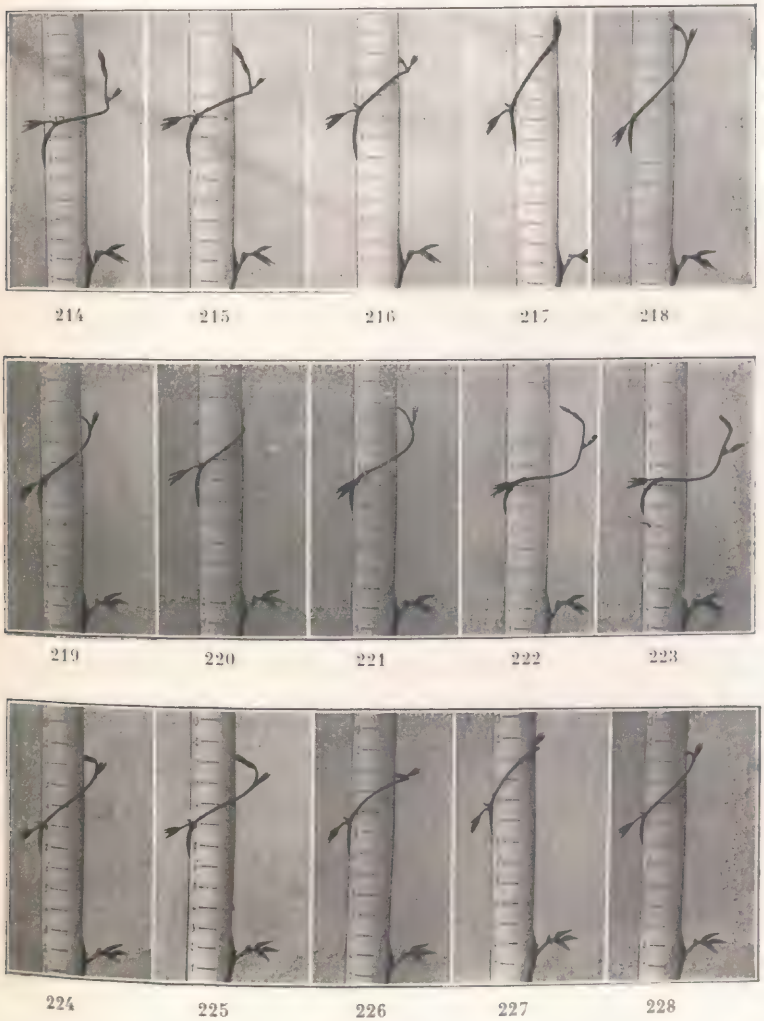


Fig. 214-228.

15 millimètres de diamètre. Au moment où j'avais commencé l'observation, la pointe avait décrit la nutation indiquée par les points 1, 2, 3 du diagramme 213 et par les figures 214-216 ; depuis la position marquée par le point 1 jusqu'au point 2, la pointe a glissé à la surface du tuteur ; depuis le point 2 jus-

qu'au point 4, elle s'est faiblement écartée ; elle décrit ensuite deux nouvelles petites nutations, à savoir celle marquée par les points 4-7 du diagramme 213 et les figures 217-219, ainsi que celle indiquée par les points 7-11 et les figures 210-221. C'est également en glissant à la surface du support et en s'en écartant très peu que ces deux dernières nutations latérales ont été accomplies, et c'est alors seulement qu'elle exécute une nutation latérale de grande amplitude, qui est marquée par les points 11-22 du diagramme 213 et par les figures 221-228. En définitive, en six heures vingt-huit minutes. la tige a achevé quatre nutations latérales, et cependant, à la fin sa pointe, se trouve presque au même endroit qu'au commencement de l'observation.

Observation nº 17. — **Dioscorea Batatas.**

(Projections horizontales : fig. 229-230.)

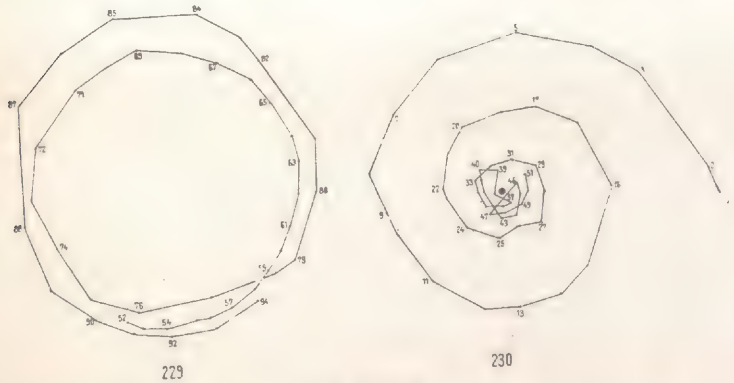
Sur les nutations du sommet de la tige de *Dioscorea Batatas*, nous n'avons, autant que je sache, que les observations de Baranetzki (1). D'après cet auteur, le *Dioscorea Batatas* serait le type des plantes volubiles dont la tige fait des nutations révolutives continuelles *autour* du support ; ou, plutôt, que l'enroulement sur le tuteur n'est que la continuation de la circumnutation que Baranetzki appelle symétrique. Comme on peut voir par la figure 10 (p. 57) du mémoire de cet auteur, le sommet de la tige passe de la position I à la position II, et ainsi de suite ; il continue à contourner le tuteur sans interruption. Baranetzki ajoute que cela n'est vrai que dans les cas où le support est mince. Cependant, mes observations, faites sur un grand nombre d'individus de divers âges, montrent que l'assertion de cet auteur ne correspond pas toujours à la réalité ; en effet, j'ai pu constater qu'aussi bien avec un support épais qu'avec un support mince, on peut observer que le sommet effectue des nutations révolu-

(1) Baranetzki, Die Kreisförmige Nutation und das Winden der Stengel (*Mémoires de l'Acad. impériale des sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. XXXI, 1883, p. 56).

tives à côté de son tuteur ; l'enroulement n'est continuel, c'est-à-dire qu'il n'est la continuation de la circumnutation que lorsque l'accroissement en longueur du sommet est très actif.

Voici les résultats de quelques-unes de mes expériences.

J'ai commencé les observations sur une jeune plante issue de bulbilles ; sa tige possédait cinq feuilles et une longueur



229 230

Fig. 229-230.

de 31 centimètres ; elle était dépourvue de support ; son extrémité inclinée avait fait antérieurement de nombreuses circumnutations et présentait une forte torsion homodrome sur l'entre-nœud compris entre la quatrième et la cinquième feuille ; la portion inclinée et circumnutante avait une longueur de 10 centimètres. La durée des observations a été de cinq jours ; on a enregistré les mouvements généralement entre 7 et 17 heures ; une fois, cependant, les observations ont été poursuivies pendant la nuit, à savoir depuis une heure du matin jusqu'à 21 heures. Pour voir si les circumnutations accomplies par la tige sans support ne présentent rien d'anormal, j'ai poursuivi et enregistré d'abord ces mouvements pendant les trois premières journées, et j'ai pu constater qu'ils s'accomplissaient d'une manière uniforme. Les circumnutations accomplies par le sommet dépourvu de tuteur sont représentées dans le diagramme 229 ; la vitesse moyenne des circumnutations libres a été de trois heures trente-six minutes.

Le troisième jour, on a placé devant la tige circumnutante une baguette de 2 millimètres de diamètre, qu'elle a rencontrée au point marqué par 1 dans le diagramme 230 ; la longueur entre le point de la tige en contact du support, et l'extrémité était à ce moment de 9 centimètres ; cette portion de tige a continué sans arrêt son mouvement d'enroulement et a accompli, comme on peut bien le voir sur le diagramme 230 deux nutations révolutives et demie ; la vitesse moyenne de ces deux nutations a été de trois heures trente-trois minutes ; donc, il n'y a presque pas de différence entre les vitesses des mouvements accomplis par l'extrémité de la tige libre et celles des nutations effectuées après la rencontre du support. Après avoir contourné, sans s'arrêter, deux fois et demie la baguette, l'extrémité de la tige est devenue trop courte pour pouvoir embrasser le tuteur; à ce moment, l'enroulement est suspendu ; mais il n'en est pas de même pour les nutations révolutives qui continuent à s'effectuer *à côté* du support et non pas autour de celui-ci. Sur le diagramme 230, on a enregistré deux de ces dernières nutations latérales, à savoir celle indiquée par les points 33-40 et celle désignée par les points 40-47.

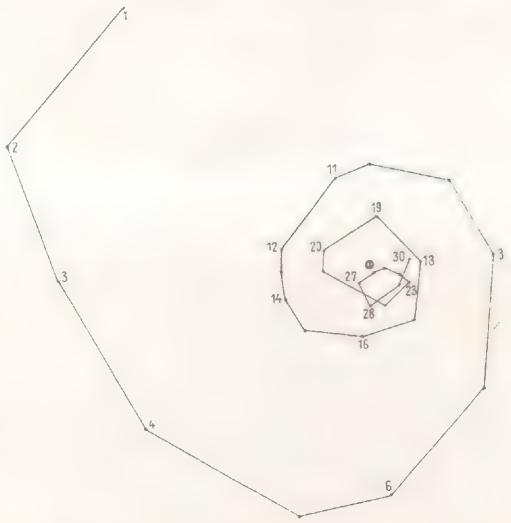
Donc, contrairement aux affirmations de Baranetzki, même lorsque le tuteur est mince (2 millimètres), les enroulements de la tige du *Dioscorea Batatas* ne s'accomplissent pas sans interruption autour du tuteur ; les conclusions de cet auteur sont, évidemment, fondées sur un nombre trop restreint d'observations faites seulement sur quelques individus.

Observation nº 18. — **Dioscorea Batatas.**

(Projection horizontale : fig. 231.)

Un phénomène tout à fait semblable à celui relaté dans l'expérience précédente a été observé dans les mouvements de nutation d'une autre jeune plante de *Dioscorea Batatas*, à laquelle on avait présenté comme appui un fil vertical ayant à peine un millimètre de diamètre. Pendant une journée de huit heures, et après avoir rencontré le fil, la tige

a effectué d'abord, d'un seul trait, deux nutations révolutives et demie autour de son appui (points 1-11, 11-20 et 20-23 du diagramme 231), qui coïncident avec deux tours et demi d'hélice ; au commencement, la portion nutante de la tige, comprise entre son extrémité et le point de contact avec le tuteur, avait une longueur de 9 centimètres et demi ; mais, au fur et à mesure que la plante s'enroulait, cette portion libre se raccourcissait, vu que l'intensité de l'accroissement en longueur de l'organe était trop faible par rapport à la vitesse de l'enroulement ; la conséquence a été que la tige n'a pas pu continuer à contourner son support ; mais, comme les nutations ne cessent pas pour cela, la tige commence à faire des révolutions *à côté* du tuteur (tracé indiqué par les points 23-30 du diagramme 231).



231

Fig. 231.

Observation n° 19. — **Dioscorea Batatas.**

(Projections horizontales : fig. 232-234. — Projections parallèles : fig. 235-253.)

Parfois, rarement, lorsque le support est mince, on observe une alternance de nutations révolutives autour de l'appui et de nutations révolutives latérales ; généralement, cela n'arrive que dans les premiers temps qui suivent la rencontre de la tige avec son tuteur, lorsque les derniers tours d'hélice

formés ne sont pas serrés, donc pas encore définitifs. J'ai constaté ces alternances chez une jeune tige de *Dioscorea Batatas*, issue de bulbilles, ayant quatre feuilles et à laquelle

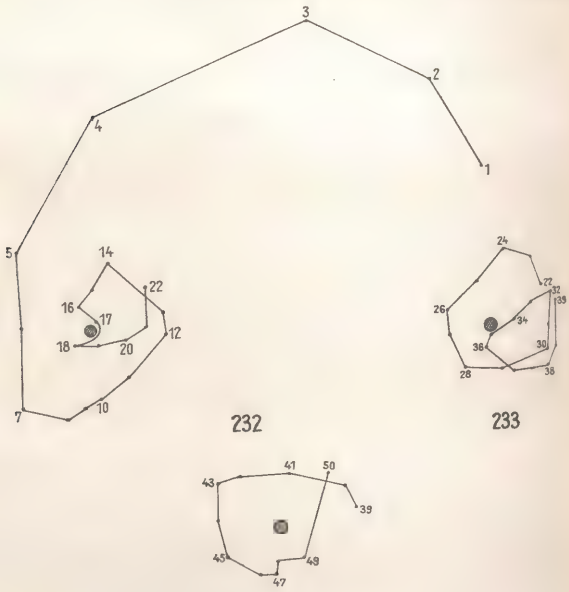


Fig. 232-234.

on avait présenté un appui vertical de 2 millimètres de diamètre. Au commencement, avant la rencontre du support, la portion inclinée et circumnutante de la tige avait une longueur de 10 centimètres et demi (fig. 235); à ce moment, la pointe occupait la position marquée, en projection horizontale par le point 1 du diagramme 232; mais, dans son mouvement, le sommet atteignit bientôt l'appui à la distance de 9 centimètres (point 3 du diagramme 232); la tige s'est alors dressée et, au bout d'une heure quarante-quatre minutes,

elle rencontre le tuteur en un second endroit (point 7 du diagramme 232 et fig. 236). Le mouvement continue jusqu'à ce que le sommet ait accompli, d'un seul trait, un tour complet autour du support (points 1-14 du diagramme 232) ; à ce moment, comme on peut le voir par la figure 237, la portion libre est devenue trop courte pour pouvoir continuer l'enroulement ; alors, elle est obligée d'effectuer une nutation révolutive *à côté* du support (points 14-22 du diagramme 232 et fig. 237-241). Puis, comme on peut le voir sur la figure 241, la portion libre, s'étant suffisamment allongée, peut accomplir de nouveau sa nutation autour du tuteur, tout en s'enroulant ; c'est qu'elle réalise (points 23-32 du diagramme 233 et fig. 241-247). Cette dernière nutation est suivie par une seconde nutation révolutive latérale (points 32-39 du diagramme 233 et fig. 247-250), après laquelle vient une autre révolution autour du support (points 39-50 du diagramme 234 et fig. 250-253).

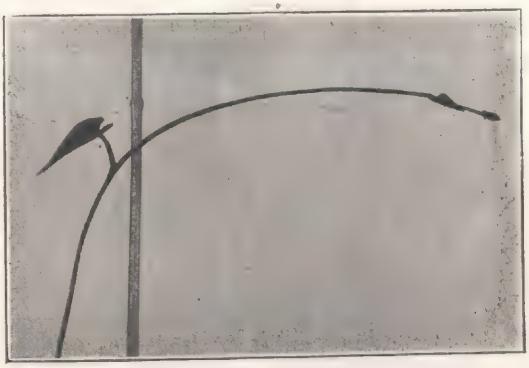


Fig. 235.

Donc la région terminale de la tige décrit une nutation révolutive soit autour du tuteur, soit à côté de celui-ci, suivant qu'elle est plus ou moins longue. Dans le cas qui nous occupe, le raccourcissement et l'allongement de la portion libre de la tige est dû, entre autres, au phénomène suivant ; il arrive parfois (*Dioscorea Batatas*, *Dolichos Lablab*, *Ipomœa sibirica*), comme l'avait déjà constaté Baranetzki pour l'*Ipomœa sibirica* et Ch. Darwin (1) pour d'autres plantes volubiles, que deux portions voisines du sommet de la tige exécutent des nutations propres ; comme l'intensité de la

(1) Ch. Darwin, Les mouvements et les habitudes des plantes grimpantes (traduit par R. Gordon), 1877, p. 16.

croissance n'est pas la même dans ces deux régions, l'une étant plus jeune que l'autre, il résulte que souvent leurs

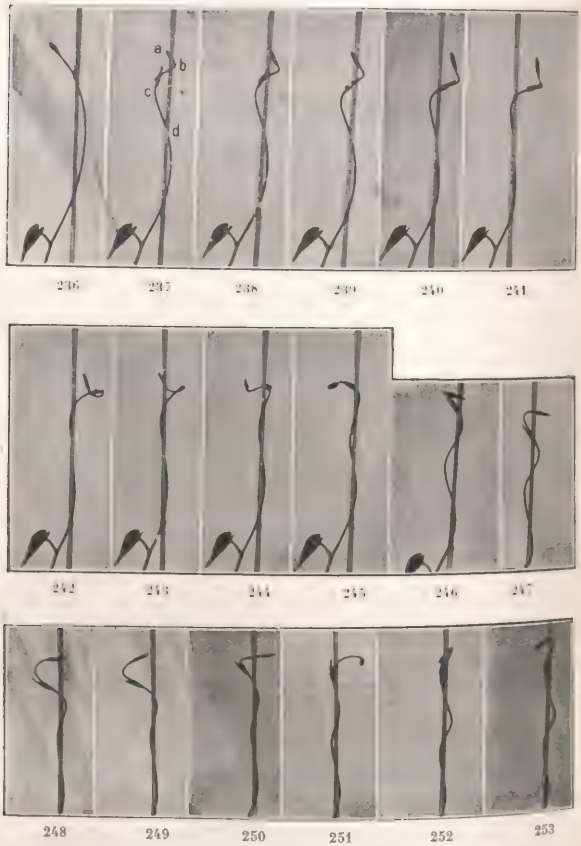


Fig. 236-253.

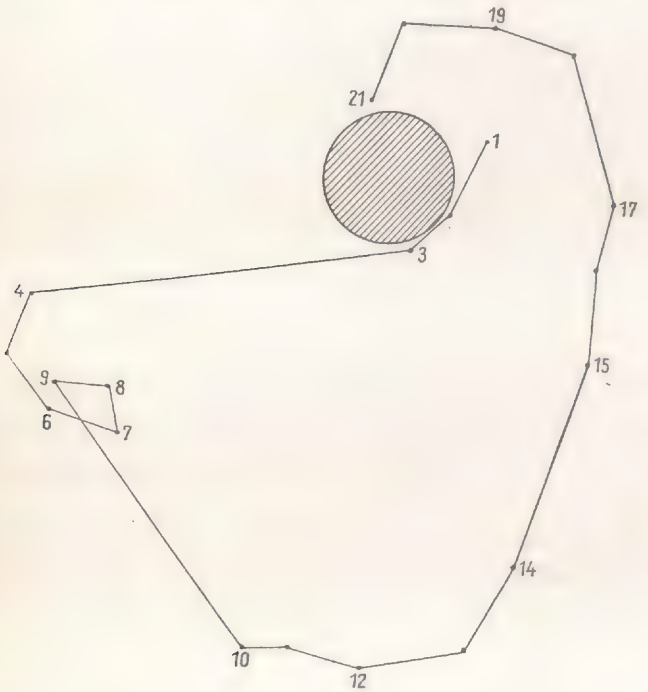
mouvements ne peuvent coïncider ni dans le temps ni dans l'espace ; c'est ainsi que la portion *ab* (fig. 237), qui possède sa nutation propre, ne peut pas continuer sa marche *autour*

du support, parce que le mouvement de la portion *bcd* est en retard par rapport à celui de la portion *ab*; mais, au bout de quelque temps, la portion *bcd* continuant son mouvement vers la gauche, la portion *ab* est devenue suffisamment longue pour continuer à contourner le support (fig. 241-247)..

Observation n° 20. — **Dioscorea Batatas.**

(Projection horizontale : fig. 254. — Projections parallèles : fig. 255-270.)

Lorsque le tuteur est plus épais, il arrive souvent que l'extrémité recourbée de la tige du *Dioscorea Batatas* effectue



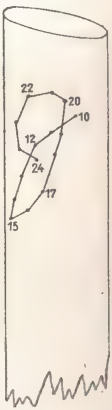
254

Fig. 254.

un grand nombre de nutations révolutives latérales de faible amplitude (des boucles), avant de faire une révolution,

toujours à côté du support, mais de grande amplitude. En décrivant ces petites boucles, la tige semble, à première vue, rester immobile ; en réalité, le crochet apical, tout en restant à peu près tout le temps appliqué, par toute sa longueur, à la surface de son appui, exécute des nutations en glissant sur celui-ci. Dans ce cas, il n'est pas possible d'obtenir

269



270

Fig. 269-270.

un diagramme net par la projection horizontale. Il suffit alors d'envelopper le support d'une feuille de papier blanc et d'y marquer par des points les différentes positions occupées successivement par l'extrémité de la tige ; en réunissant ces points, on obtient un tracé, qui indique le sens des mouvements révolutifs. Les figures 255 et 256 montrent la forme du crochet apical et du tracé des nutations accomplies par une tige de *Dioscorea Batatas* qui s'enroulait sur un support de 25 millimètres de diamètre. Pendant deux jours successifs, la tige n'a effectué que des nutations de faible amplitude ; une partie de ces nutations est représentée par les figures 255-256 (1er juillet 1923) et 270 (2 juillet) ; les mouvements

représentés par le tracé 270 ont été accomplis entre 7 heures du matin et 15 heures.

Mais le troisième jour, l'extrémité de la tige s'est plus ou

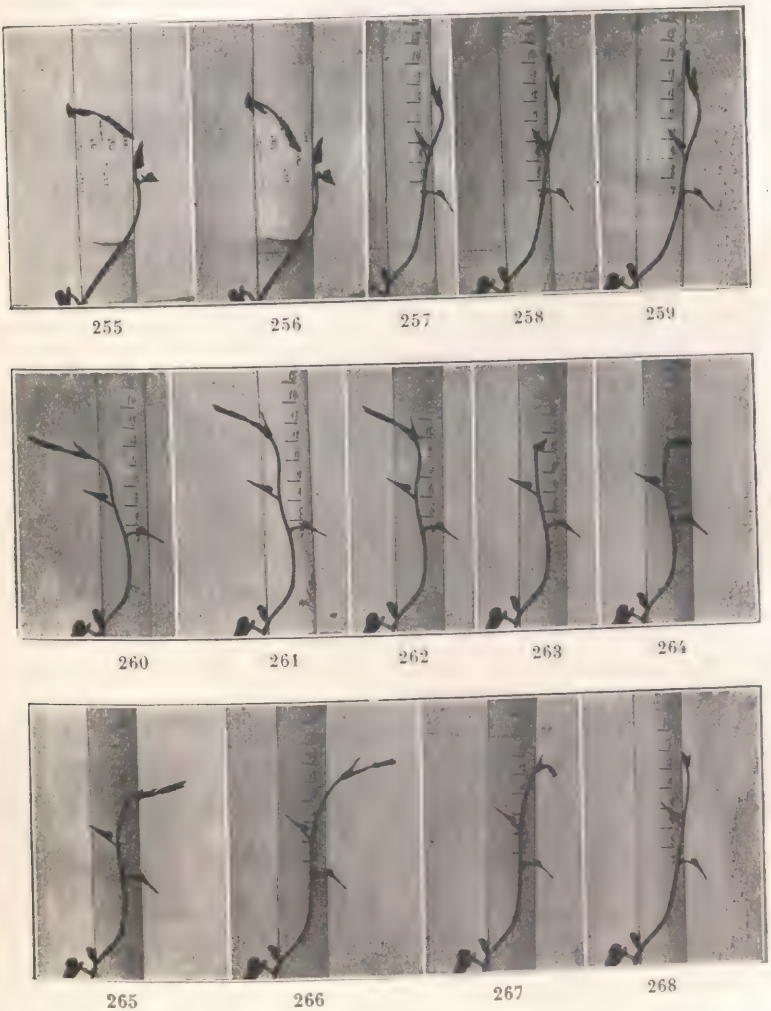


Fig. 255-268.

moins redressée, s'est écartée de son tuteur et a exécuté une nutation révolutive latérale de grande amplitude (diagramme 254 et fig. 257-268), non sans faire de petites boucles dans son chemin, par exemple, celle marquée par les points 6-9 dans le diagramme 254. Arrivée dans la position repré-

sentée par le point 21 du diagramme, la pointe de la tige a décrit une nouvelle boucle, mais cette fois-ci en glissant à la surface du support (points 41-45 de la figure 269).

Observation n° 21. — **Dioscorea Batatas.**

(Projection horizontale : fig. 271. — Projections parallèles : fig. 272-281.)

Je représente dans le diagramme 271 et les figures 272-281 la marche d'une nutation latérale, lorsque le diamètre

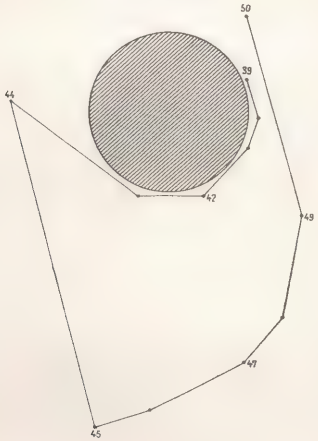


Fig. 271.

du support est encore plus grand que celui de l'expérience précédente, à savoir de 55 millimètres. La tige, issue d'un gros rhizome, long de 45 centimètres, avait, au début de l'expérience, une hauteur de 2m,90 et s'accroissait très activement.

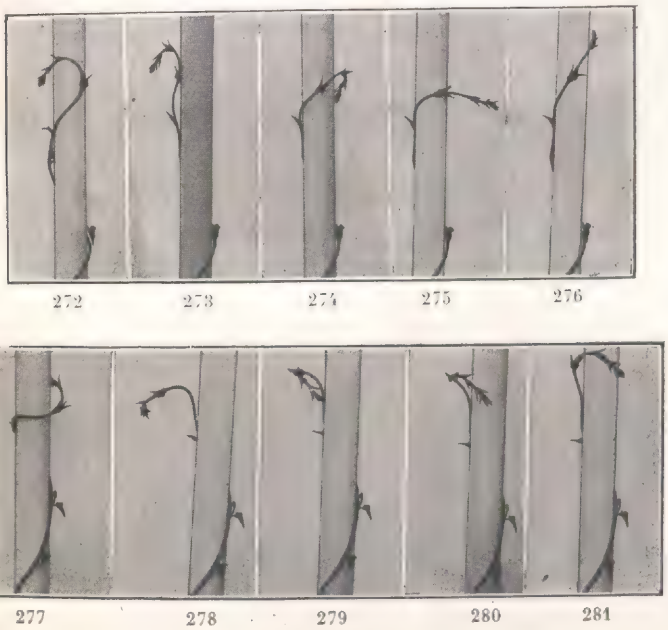
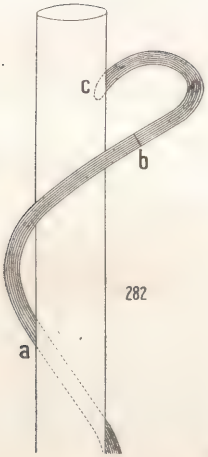


Fig. 272-281.

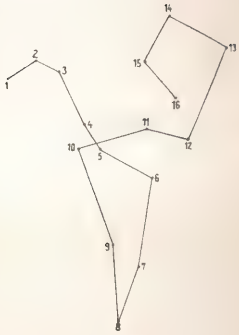
Observation n° 22. — **Dioscorea Batatas.**

(Fig. 282-284.)

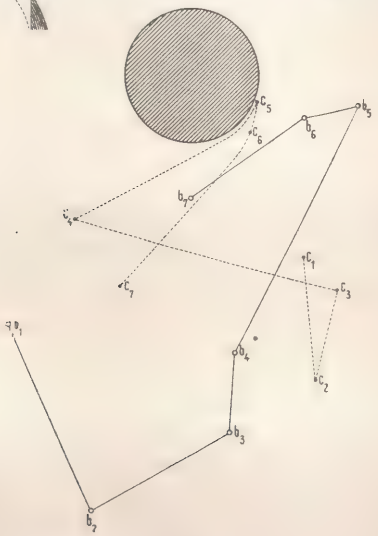
Cette observation présente un résultat particulier ; elle montre que l'on obtient quelquefois pour le mouvement du sommet de la tige un tracé qui risquerait de donner une idée fausse sur le sens de la nutation révolutive, s'il n'était pas analysé avec attention. On voit cela, par exemple, sur la figure 283, qui représente le mouvement de la pointe d'une tige de *Dioscorea Batatas*. Comme les nutations étaient latérales et qu'elles consistaient dans la plupart du temps en un glissement à la surface du tuteur, on a marqué sur celui-ci, par les points 1, 2, 3, ..., les positions successives occupées par l'extrémité de la tige ; on constate que le sommet semble avoir décrit une boucle dextrorsum (points 1-11) pour retracer ensuite une nutation sinistrorsum (points 11-16). En réalité, voici ce qui s'est passé. L'extrémité de la tige présentait, temporairement (fig. 282), deux régions,



282



283



284

Fig. 282-284.

ab et *cd*, possédant chacune sa courbure et sa nutation propre ; comme l'intensité de croissance n'est pas la même dans ces deux portions de l'organe, il arrive que les mouvements ont non seulement des vitesses inégales, mais aussi des amplitudes différentes. En raison de ces dissemblances, la portion apicale *bc* peut être entraînée, passivement, dans un sens autre que le sens normal de sa nutation. Si, par exemple, le point *b* de la région *ab* est en train de faire une nutation latérale (à côté du support) et si l'amplitude et la vitesse de ce mouvement sont beaucoup plus grandes que celles de la pointe *c*, alors celle-ci pourra être entraînée, passivement, en arrière (en sens inverse de la marche normale). Il s'ensuit que le tracé obtenu, pour les positions successives occupées par *c*, sera irrégulier, comme le sont, par exemple, ceux des figures 283 (projection sur le support) et 284 (projection horizontale, ligne ponctuée C_1-C_7). Au contraire, si nous faisons la projection des positions occupées successivement par l'extrémité présumée *b* de l'arc *ab*, nous obtenons un tracé normal (fig. 284, ligne b_1-b_7). Mais cela ne veut pas dire que l'arc *bc* n'effectue pas des nutations dans la même direction, mais seulement que sa projection est faussée par les mouvements de la portion inférieure *ab*.

Observation n° 23. — **Dioscorea Batatas.**

(Projection horizontale : fig. 285. — Projections parallèles : fig. 286-295).

Sans trop insister sur les détails, je donne le diagramme 285 et les figures 286-295 ; on voit que le *Dioscorea Batatas* se comporte encore de la même manière quant à ses nutations latérales, lorsque le tuteur possède une épaisseur moyenne (6-7 millimètres de diamètre). La durée de l'observation a été de trois heures et a porté sur une tige robuste, haute de 1m,8 et qui, auparavant, avait

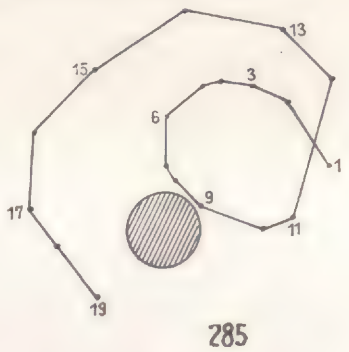


Fig. 285.

effectué de nombreux tours d'hélice autour de son appui.

En résumé, toutes les observations montrent que, quel que soit le diamètre du support, depuis 1 millimètre jusqu'à

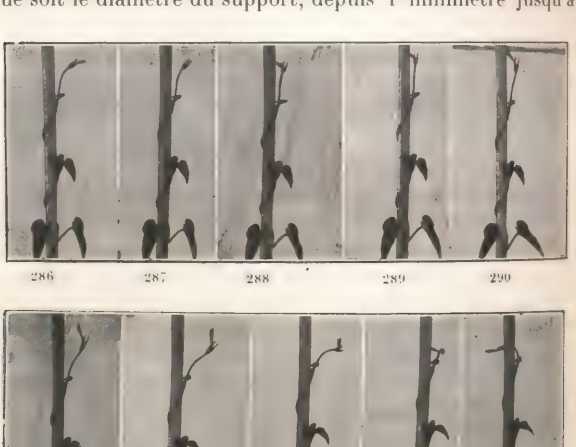


Fig. 286-295.

55 millimètres, la tige de *Dioscorea Batatas* se comporte de la même manière que la tige des autres plantes volubiles, c'est-à-dire que l'enroulement en hélice autour du support ne s'effectue pas continuellement, d'un seul trait, mais qu'il est interrompu par des nutations révolutives à côté de l'appui.

Observation nº 24. — **Solanum Dulcamara.**

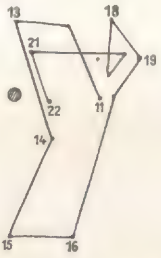
(Projections horizontales : fig. 296-297.)

On sait que cette espèce possède une tige qui, en général, est faiblement volubile (1) ; la plante peut s'enrouler aussi

(1) Ch. Darwin, Les mouvements et les habitudes des plantes grimpantes (traduit par R. Gordon), 1877, p. 55.

bien à droite qu'à gauche (1) ; mentionnons encore qu'elle ne s'enroule que sur des supports minces et non pas sur des bâtons (2) ; mais il est exagéré de croire, comme l'admettait Darwin, que le tuteur doit être flexible pour qu'il puisse être contourné et embrassé ; en effet, j'ai constaté, dans mes nombreuses expériences, que plusieurs tiges de cette plante

296



297

Fig. 296-297.

se sont très bien enroulées sur des baguettes de fer ayant 3 millimètres de diamètre ; comme ces mêmes tiges n'étaient pas capables de contourner des baguettes en bois ayant 5-6 millimètres de diamètre, il résulte que ce n'est pas la flexibilité du tuteur, mais son faible diamètre qui est une condition essentielle et nécessaire à la volubilité de la tige de *Solanum Dulcamara.*

Les tiges sur lesquelles j'ai effectué mes observations étaient issues d'une forte souche qui se trouvait à l'ombre d'un arbre ; j'avais encore augmenté l'ombre, en entourant la plante, sur trois de ses côtés, d'une toile blanche et mince. Toutes les branches produites, au nombre de douze, se sont bien enroulées autour de ficelles (de 2 millimètres de diamètre) et de fils de fer (de 3 millimètres de diamètre) jusqu'à une hauteur de 2 mètres et demi ; certaines tiges se sont enroulées à droite, d'autres à gauche.

J'ai observé, pendant deux journées, les nutations d'une

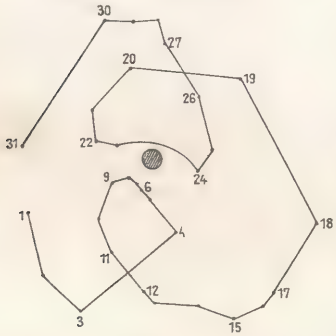
(1) Dutrochet, *Annales des sciences naturelles*, Botanique, 3e série, t. II, 1844, p. 162.
(2) Ch. Darwin, *loc. cit.*, p. 55.

de ces tiges qui était pourvue de 42 feuilles et avait effectué, auparavant, 27 tours, à gauche, sur une ficelle ; afin que les mouvements ne soient pas incommodés par les feuilles, j'avais, préalablement, coupé les six dernières. Les mouvements de la tige de *Solanum Dulcamara* sont très lents ; on peut voir sur le diagramme 296 les nutations effectées en une journée de treize heures trente-neuf minutes et, dans le diagramme 297, les révolutions accomplies pendant une seconde journée de sept heures. Donc, ici aussi, l'enroulement autour du support est interrompu par des nutations révolutives latérales.

Observation nº 25. — **Phaseolus multiflorus.**

(Projection horizontale : fig. 298.)

Quoique ce soit une des plantes les plus fréquentes dont on se serve généralement dans les expériences sur la volubilité et la nutation, j'ai fait sur elle peu d'observations pendant l'été. Ce n'est qu'au commencement de l'automne, en septembre, que j'ai examiné quelques exemplaires de cette espèce. Il s'agit, dans l'expérience actuelle, d'une branche latérale, longue de 50 centimètres, d'une plante âgée et qui avait produit déjà beaucoup de fleurs et même des fruits. Après avoir observé, pendant une partie de la matinée, les nutations révolutives du sommet libre, j'ai placé au devant une baguette de 5 millimètres de diamètre, que la tige a rencontrée à 10 heures 30 minutes. Jusqu'à 13 heures, cette



298

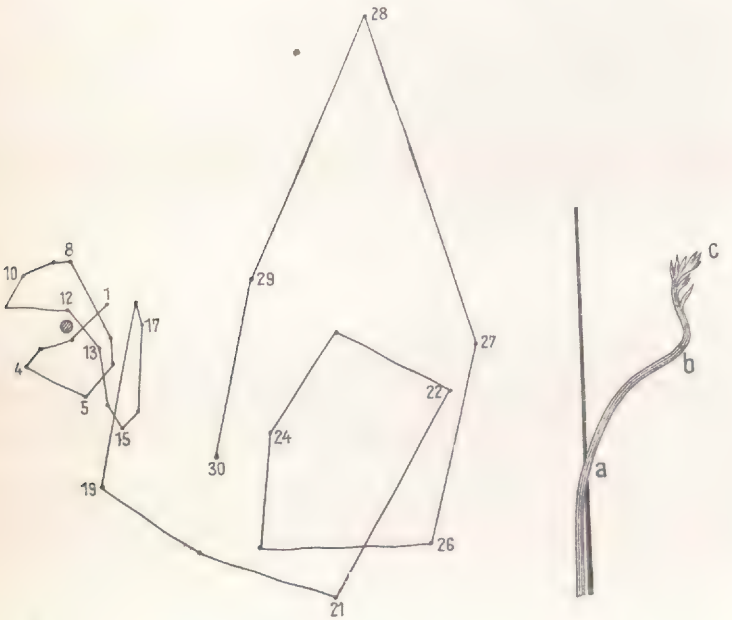
Fig. 298.

tige a fait un tour et demi autour de son appui ; à ce moment j'ai commencé les projections et j'ai constaté qu'en sept heures la pointe de la tige a contourné une fois le support, et pendant cet intervalle de temps elle a accompli deux nutations révolutives *latérales* (points 3-12 et 19-27 du diagramme 298).

Observation n° 26. — **Phaseolus multiflorus.**

(Projection horizontale : fig. 299. — Projections parallèles : fig. 300-316.)

Pendant le mois de juillet, j'ai poursuivi les nutations d'une tige principale haute de $2^{m},50$, possédant dix-neuf feuilles



299 316ª

Fig. 299 et 316ª

et qui avait accompli, auparavant, un grand nombre de tours d'hélice sur une ficelle de 2 millimètres de diamètre. Depuis 6 heures jusqu'à 17 heures du soir, l'extrémité de l'organe a effectué à peu près cinq révolutions à côté de l'appui : une

première série de trois nutations latérales de petite amplitude (points 1-8, 8-13 et 13-19 du diagramme 299), puis deux autres plus larges (points 21-26 et 26-30 du même diagramme).

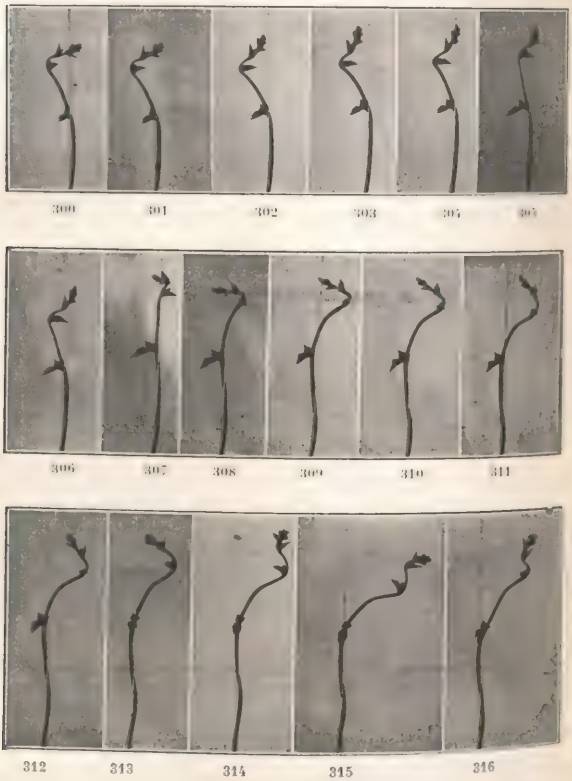


Fig. 300-316.

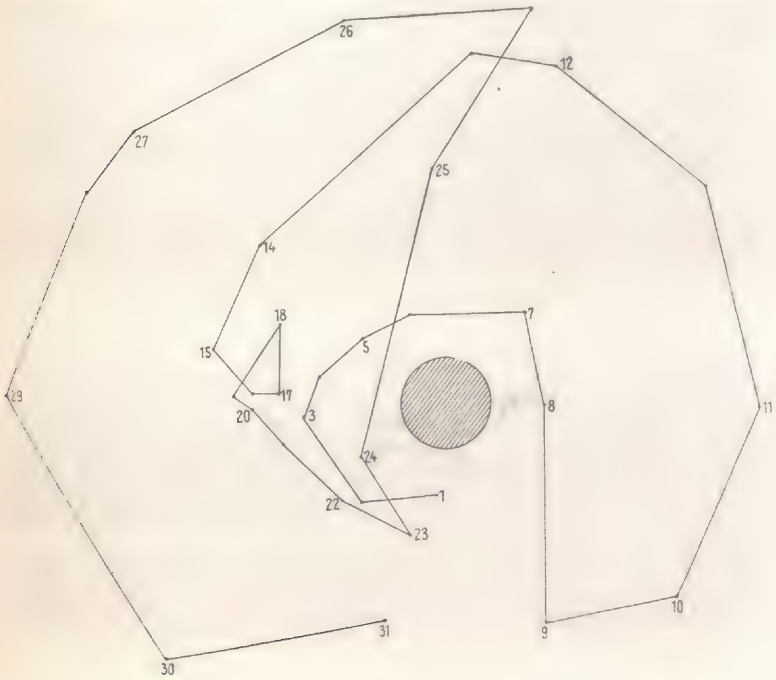
Comme on peut constater en comparant les figures 300-313 avec les figures 314-316, dans la dernière partie du mouvement, il y avait deux portions contiguës de la tige qui faisaient leurs nutations indépendamment l'une de

l'autre, avec des vitesses différentes : à savoir la portion *ab* (fig. 316 *a*) circumnutait plus lentement que la portion *bc* ; le résultat a été que la région terminale et mobile de la tige avait pris la forme d'un tour d'hélice (fig. 315-316).

Observation nº 27. — **Dolichos Lablab.**

(Projection horizontale : fig. 317. — Projections parallèles : fig. 318-334.)

Je me suis servi, dans cette expérience et dans toutes les suivantes, d'une variété de *Dolichos Lablab* à fleurs blanches



317

Fig. 317.

(Dolique Lablab sans parchemin, à rames) de la maison Vilmorin-Andrieux de Paris, dont les tiges principales atteignaient, en général, dans mon jardin, plus de 7 mètres de hauteur.

L'individu sur lequel ont porté les observations rapportées ci-après avait une hauteur de 1m,63, possédait douze feuilles

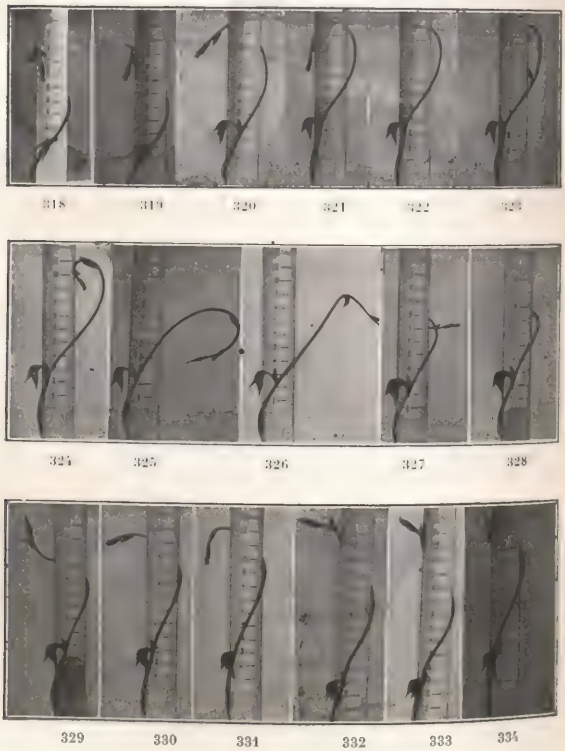


Fig. 318-334.

et avait accompli auparavant de nombreux tours d'hélice sur un tuteur de 22 millimètres de diamètre.

Au commencement, l'extrémité de la tige était orientée vers le sud (point 1 du diagramme 317 et fig. 318) et se trouvait dans la phase de « recul » d'une nutation révolutive latérale ; en effet, la tige semble se dérouler, mais en réalité

elle ne fait qu'exécuter une révolution à côté de son support (points 1-23 du diagramme 317 et fig. 318-334) ; cette révolution de grande amplitude est interrompue par une autre beaucoup plus faible (points 16-20) ; après cela, elle effectue une nouvelle nutation latérale de grande amplitude (points 23-31 du diagramme 317), et ainsi de suite.

Observation n° 28. — **Dolichos Lablab.**

(Projection horizontale : fig. 335.)

Je rapporte ici les résultats d'une expérience qui montre bien que, quand l'extrémité de la tige qui a rencontré un support est suffisamment longue, elle continue ses nutations

335

Fig. 335.

révolutives *autour* de ce support, sans produire des nutations latérales ; ce phénomène se poursuit jusqu'à ce que l'extrémité libre devienne trop courte pour pouvoir contourner

l'appui ; dès ce moment, la pointe de la tige commence à accomplir des nutations révolutives à côté du tuteur.

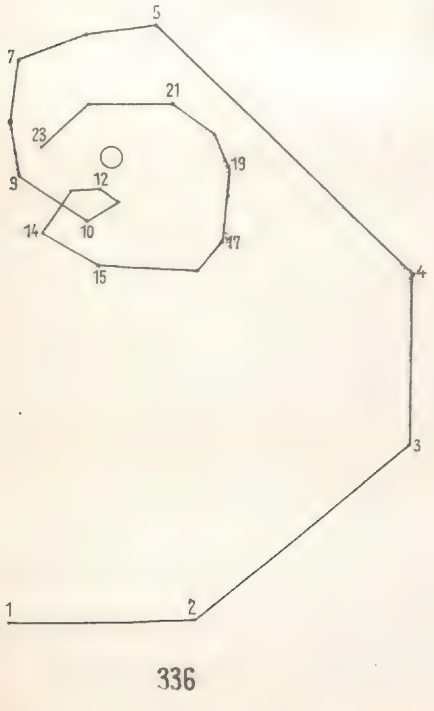
Pour mettre en évidence ce que je viens de dire, je me suis servi d'une jeune plante dont la tige, haute de 75 centimètres, avait sept feuilles. La portion inclinée et circumnutante était longue de 20 centimètres. J'ai placé au devant de cette dernière portion une baguette de 4 millimètres de diamètre, que la tige rencontra au bout de vingt minutes (point 3 du diagramme 335). Pendant toute la journée (durée onze heures), la partie apicale a contourné trois fois et demie le support, sans que le mouvement fût interrompu (points 3-41 du diagramme 335) ; mais, après le coucher du soleil, le sommet commença à effectuer une nutation révolutive à côté de son appui (points 41-48), et dorénavant il ne l'a plus contourné d'un seul trait.

Observation nº 29. — **Dolichos Lablab.**

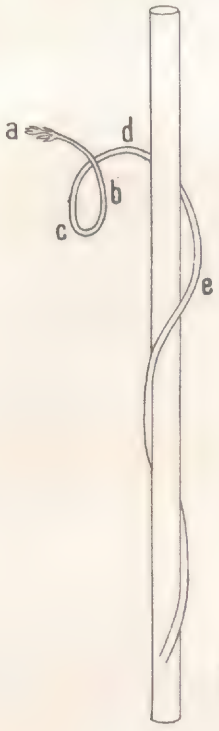
(Projection horizontale : fig. 336. — Projections parallèles : fig. 337-338.)

Dans le *Dolichos Lablab*, on observe parfois que deux portions voisines de l'extrémité de la tige exécutent séparément et indépendamment des nutations révolutives qui, cependant, ne sont pas synchroniques, car les mouvements de l'une de ces portions sont en avance sur ceux de l'autre. C'est ainsi que, dans la portion *abc* (fig. 337), la vitesse des révolutions est sensiblement plus grande que celle de la portion *cde* ; la cause de ce phénomène est la suivante : de temps en temps les deux régions voisines de l'extrémité circumnutante se trouvent à des états d'accroissement différents en ce qui concerne l'intensité ; donc la courbure de la portion la plus âgée ne coïncide pas avec celle de la plus jeune ; la courbure de la région mobile totale n'a pas la forme d'un arc, mais d'un S plus ou moins allongé et dont les diverses parties ne sont pas dans le même plan. Dans ce cas, analogue à celui de l'observation nº 22, lorsqu'on veut effectuer la projection horizontale des positions prises successivement par la pointe *a*, on n'obtient qu'un diagramme irrégulier et faussé, vu que la

portion *abc* peut être entraînée, passivement, en arrière pendant ses nutations par les mouvements de la portion *bcd*. Pour obtenir, dans ce cas, une projection normale, indiquant la marcher réelle du mouvement de la tige, il suffit de négliger les mouvements de la portion *abc* et de projeter les positions



336



337

Fig. 336-337.

du point *c*, par exemple, considéré comme extrémité de la tige. On peut, d'ailleurs, arriver au même résultat en coupant la tige au point *c* et en supprimant l'extrémité *abc*.

Je rapporterai ici les résultats de l'une des trois observations que j'ai faites, en employant ce dernier procédé pour effectuer la projection horizontale. Une branche latérale d'une jeune plante, longue de 68 centimètres, possédant cinq feuilles et dont l'extrémité libre avait fait plusieurs circummutations, a été décapitée à une distance de 3 centimètres du sommet ; on a placé au devant de la portion inclinée une baguette de 3 mil-

limètres de diamètre. La tige a rencontré ce support au bout de deux heures vingt-huit minutes (point 5 du diagramme 336) ; après avoir continué, pendant deux heures, son mouvement *autour* du support, la tige a effectué une nutation révolutive latérale (points 9-14 du diagramme 336) ; ultérieurement le mouvement *autour* de l'appui a recommencé et a continué, non sans être interrompu, de temps en temps, par des révolutions effectuées *à côté* du support. A cause de la suppression de l'extrémité, la croissance et les mouvements ont été lents ; aussi la tige tronquée n'a accompli, au bout de quatre jours, que trois tours d'hélice ; dès que l'accroissement est devenu nul, la pointe de la tige a pris la position fixe qu'on peut voir dans la figure 338.

Fig. 338.

OBSERVATION N° 30. — **Thunbergia alata.**

(Projections horizontales : fig. 339-341.)

Une jeune plante qui s'était développée dans un pot, haute

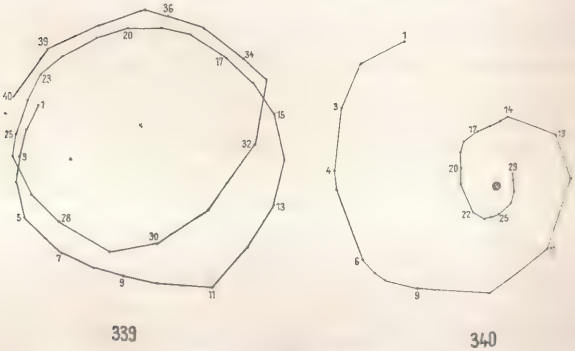
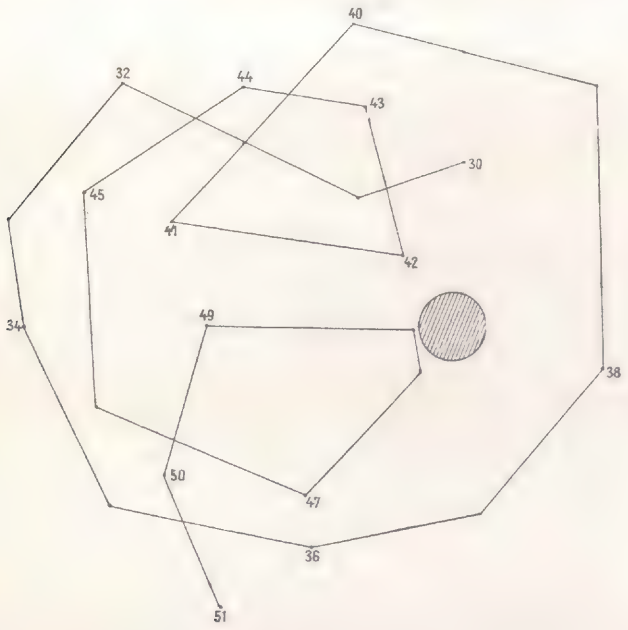


Fig. 339-340.

de 20 centimètres et pourvue de quatre paires de feuilles, n'avait

pas encore de tuteur quand elle a été mise en observation d'abord pendant deux jours pour examiner ses circumnutations libres (diagramme 339). Le troisième jour, j'ai placé à côté de la plante un tuteur de 2 millimètres de diamètre, qui a été bientôt rencontré (point 1 du diagramme 340) et contourné d'une manière continue pendant dix heures (points 1-29



341

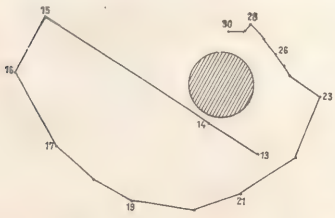
Fig. 341.

du diagramme 340) ; ce jour-là la tige a effectué sans interruption deux tours d'hélice ; le lendemain, le mouvement d'enroulement a persisté, puis, après avoir accompli un nouveau tour d'hélice (points 30-40 du diagramme 341), l'extrémité a fait une révolution latérale (points 40-44 du diagramme 341) ; ensuite, après un demi-tour d'hélice sur le côté ouest du tuteur (points 44-47), la tige a effectué une seconde nutation révolutative latérale (points 47-50 du diagramme 341).

Observation n° 31. — **Thunbergia alata**.

(Projection horizontale : fig. 342. — Projections parallèles : fig. 343-364.)

Dans le *Thunbergia alata*, comme dans le *Dioscorea Batatas*, on peut constater, assez souvent, surtout lorsque le support est suffisamment épais, que la pointe de la tige reste longtemps crochue et appliquée sur presque toute la longueur du crochet à la surface du tuteur ; cette pointe exécute alors des nutations révolutives latérales de faible amplitude, en glissant lentement à la surface de son appui. Cependant, de temps en temps, le sommet de la tige accomplit aussi des nutations latérales de grande amplitude ; dans ce dernier cas, l'extrémité de l'organe s'écarte de son tuteur pendant la phase d' « avancement » et s'en rapproche pendant la phase de recul ».



342

Fig. 342.

Voici les observations faites, dans la chambre du laboratoire, sur une tige longue de 43 centimètres, possédant sept paires de feuilles et qui, auparavant, avait contourné trois fois et demie son support vertical de 22 millimètres de diamètre. Il suffit d'examiner avec attention les figures 343-352 pour constater que la pointe de la tige s'élève (fig. 343-345), puis descend (fig. 346-348), pour remonter ensuite de nouveau (fig. 349-352) ; l'abaissement et le relèvement successifs peuvent être aisément poursuivis, vu que le support est gradué ; en entourant celui-ci d'une feuille de papier blanc et en marquant par des points les positions occupées successivement par la pointe, on obtient un tracé comme, par exemple, celui de la figure 364 ; les mouvements représentés dans ce tracé ont été effectués en six heures (entre 11 h. 20 et 17 h. 54). Le lendemain, à 8 heures 5 minutes du matin, la pointe se trou-

vait toujours sur la face nord du support, mais elle s'était allongée un peu pendant la nuit précédente et s'était écartée du support (fig. 353 et point 13 du diagramme 342) ; cette

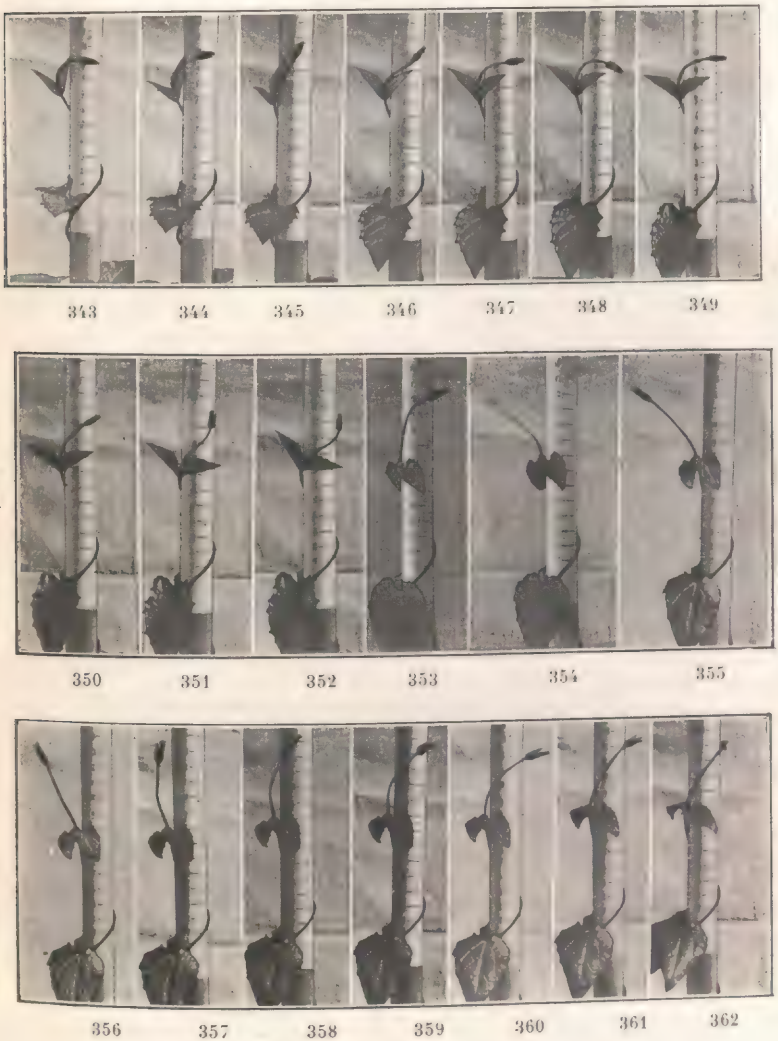


Fig. 343-362.

fois-ci la tige a effectué une nutation révolutive latérale de grande amplitude (points 13-23 du diagramme 342 et fig. 353-360) et, après cela, elle a contourné le support en portant sa pointe sur le côté nord de celui-ci (fig. 360-362 et points 22-

30 du diagramme) ; elle a commencé à glisser de nouveau à la surface du tuteur en décrivant des nutations de faible amplitude. Il est bien entendu que, par la projection horizontale, il n'est pas possible d'obtenir un tracé qui permette de se faire une idée juste de la forme des nutations ; ainsi, par exemple, entre les positions marquées par les points 28 et 30 de la projection horizontale (diagramme 342), la pointe est descendue et s'est élevée, comme le montre la figure 363, où le tracé a été obtenu par la projection de l'extrémité de la tige sur la surface du support.

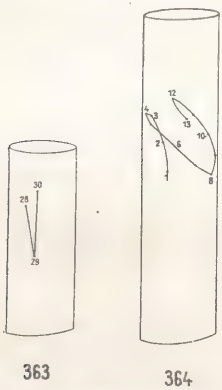


Fig. 363-364.

Observation n° 32. — **Polygonum Convolvulus.**

(Projection horizontale : fig. 365. — Projections parallèles : fig. 366-371.)

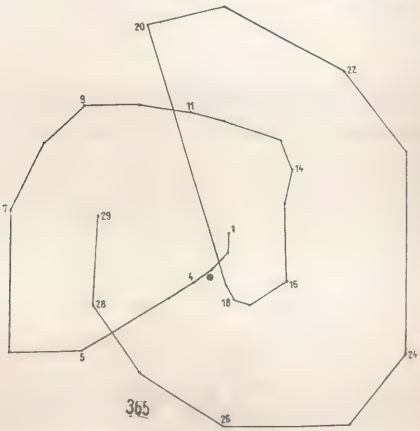


Fig. 365.

On sait que la tige de *Polygonum Convolvulus* est volubile

à droite. J'ai consigné les observations faites sur une tige très vigoureuse, longue de 1m,80, qui s'était enroulée sur une ficelle ayant un peu plus de 1 millimètre de diamètre. Comme le

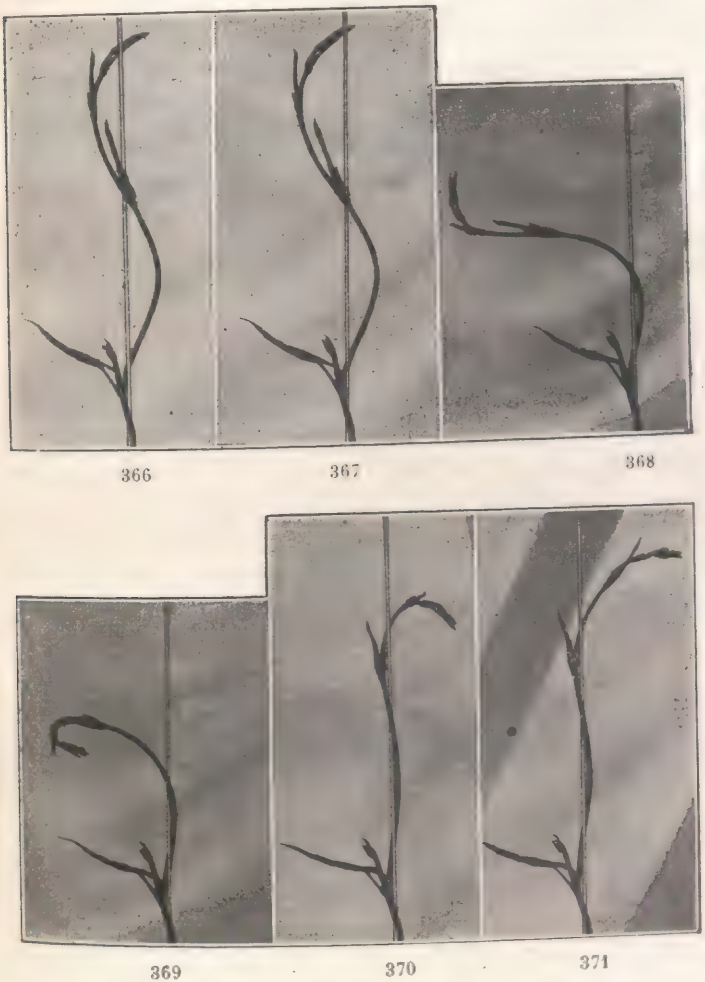


Fig. 366-371.

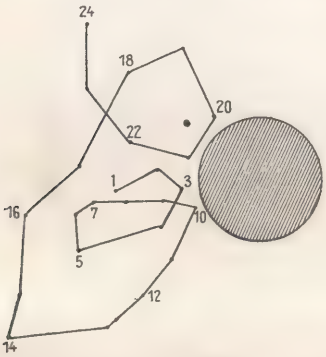
montrent le diagramme 365 et les figures 366-371, l'extrémité a effectué, en quatre heures treize minutes, deux révolutions à côté de la ficelle et un tour complet d'hélice autour de ce tuteur. Dans les pages précédentes, j'avais émis l'opinion que l'extrémité des tiges volubiles qui contournent des supports

verticaux ne commence à effectuer des nutations latérales (à côté de l'appui) que lorsque le sommet libre est devenu trop court pour pouvoir embrasser l'appui. Mais un examen attentif des figures 366-371 semble montrer que cette manière de voir ne doit pas être généralisée ; ainsi, dans la figure 366, l'extrémité de la tige semblerait être suffisamment longue pour continuer son enroulement autour de la ficelle ; malgré cela, la pointe interrompt son enroulement pour effectuer une nutation révolutive à côté de son appui. Mais il est probable que la possibilité des mouvements *autour* d'un support ne dépend pas seulement de la longueur de la portion libre de l'organe ; la rigidité ou la flexibilité de la tige doit intervenir également ; en effet, la rigidité des tiges étiolées gêne parfois l'enroulement normal, sans toutefois l'empêcher.

Observation nº 33. — **Polygonum convolvulus.**

(Projection horizontale : fig. 372. — Projections parallèles : fig. 373-387.)

Lorsque le support est épais, la pointe de la tige est obligée de faire un plus grand nombre de nutations révolutives latérales, avant d'arriver à le contourner une fois. C'est ainsi qu'une tige de *Polygonum convolvulus*, dont l'appui avait 23 millimètres de diamètre, a effectué, en cinq heures, deux révolutions latérales, mais seulement un quart de tour d'hélice (diagramme 372 et figures 373-387) ; en effet, après une première nutation latérale (points 1-10 du diagramme et fig. 373-379), la tige avait esquissé un commencement d'enroulement autour de son tuteur (points 10-20 du diagramme 372 et



372

Fig. 372.

fig. 380-387); mais, après avoir parcouru moins d'un demi-tour, elle a accompli une nouvelle nutation latérale (points 20-24 du diagramme 372), de sorte que sa dernière position (point

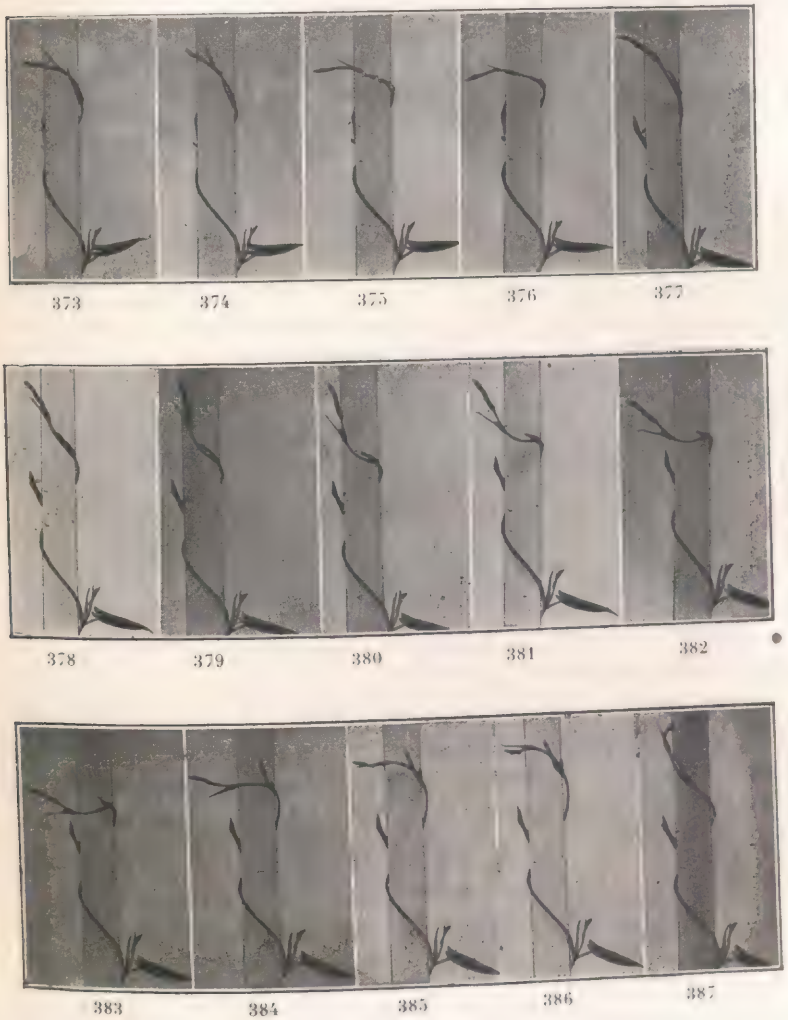


Fig. 373-387.

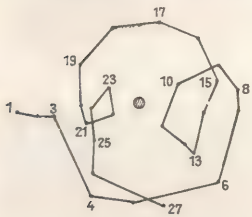
24) n'est séparée de son point de départ (point 1) que par un quart de tour. Nous avons vu, au contraire, dans l'expérience précédente, que, lorsque le tuteur est très mince, la tige avait

achevé, à peu près dans le même intervalle de temps, un tour complet d'hélice pour deux nutations latérales.

Observation n° 34. — **Ipomœa sibirica.**

(Projection horizontale : fig. 388. — Projections parallèles : fig. 389-400.)

Les mouvements de la tige de cette espèce ont été observés minutieusement par Baranetzki (1), qui les considère comme très particuliers (*etwas eigenthümlich*). Mes propres observations confirment à peu près tous les faits constatés par cet auteur. Lorsque le support est mince, on remarque souvent, mais non pas toujours, que les derniers tours effectués par l'extrémité de la tige ne sont pas serrés, qu'ils sont même très lâches ; ces tours d'hélice ne sont pas définitifs, car les différentes portions, contiguës de la tige continuent, séparément, leurs nutations et la vitesse des révolutions n'est pas la même dans ces différentes portions de l'organe. Toutefois, lorsqu'on examine avec attention les mouvements de la partie apicale, qui est encore plus ou moins libre, on constate que les nutations s'accomplissent toujours de la même manière que chez les autres plantes mentionnées précédemment, à savoir que l'enroulement autour du support est interrompu par des nutations effectuées à côté de celui-ci ; dans le diagramme 388, on peut voir que, pour un tour d'hélice, le sommet de la tige a accompli (en cinq heures vingt-six minutes) deux nutations latérales. En examinant les figures 389-400, il semble, au premier abord, que la tige ne cesse à aucun moment son enroulement sur le support (une ficelle d'un peu plus de 1 millimètre de diamètre) ; mais une inspection plus attentive montre qu'il n'en est rien ; en effet, depuis la figure 389 jusqu'à la figure 394, la tige contourne sans interruption la ficelle; mais, depuis la



388

Fig. 388.

(1) Baranetzki, *loc. cit.*, p. 62, fig. 13.

figure 395 jusqu'à la figure 396, on voit que la pointe crochue se « retire », c'est-à-dire qu'elle effectue une révolution à côté

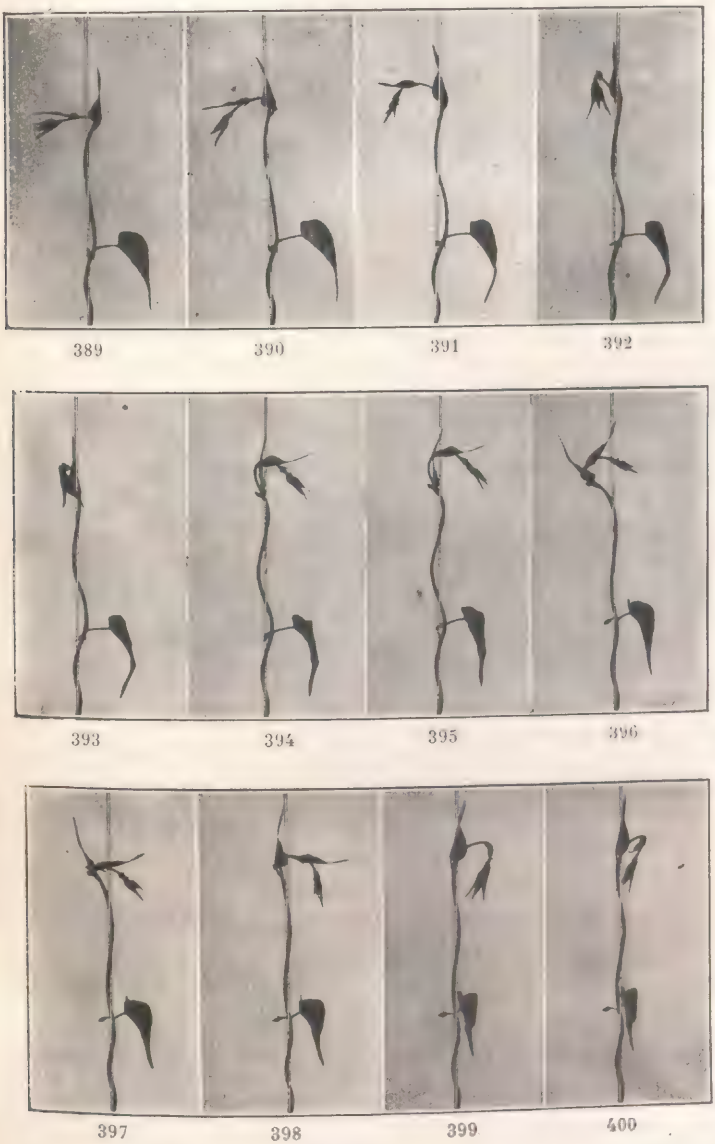


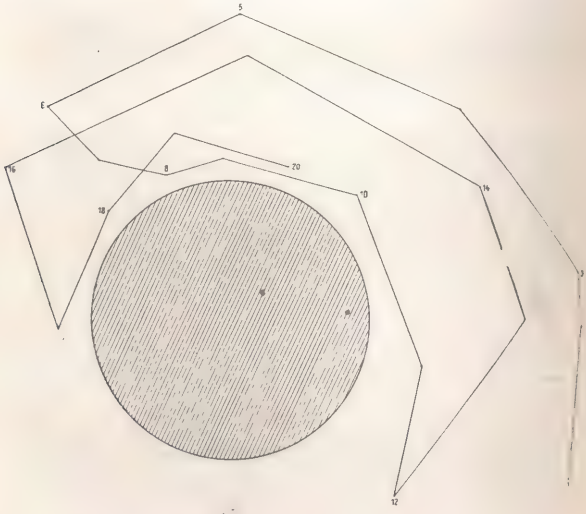
Fig. 389-400.

de la ficelle, et ce n'est qu'après avoir achevé cette dernière nutation qu'elle recommence son enroulement sur son tuteur (fig. 397-400).

OBSERVATION N° 35. — **Ipomœa sibirica.**

(Projection horizontale : fig. 401. — Projections parallèles : fig. 402-411.)

Lorsque le support est plus épais, on n'observe rien de particulier dans les nutations révolutives et dans l'enroulement de la tige de cette espèce ; comme d'habitude, l'extrémité est obligée d'effectuer un plus grand nombre de nutations laté-



401

Fig. 401.

rales avant d'arriver à achever un tour complet d'hélice sur son tuteur. Dans le diagramme 401, on a représenté la projection horizontale du sommet d'une tige d'*Ipomœa sibirica* haute de 1m,15, ayant quinze feuilles et qui avait contourné, jusqu'ici, dix fois un support de 15 millimètres de diamètre ; pendant sa mise en observation durant huit heures quarante-six minutes, j'ai constaté qu'au bout de ce temps la tige avait effectué à peu près deux nutations latérales et

seulement un quart de tour d'hélice et peut-être beaucoup moins, car, à la fin de l'observation, la tige était en mou-

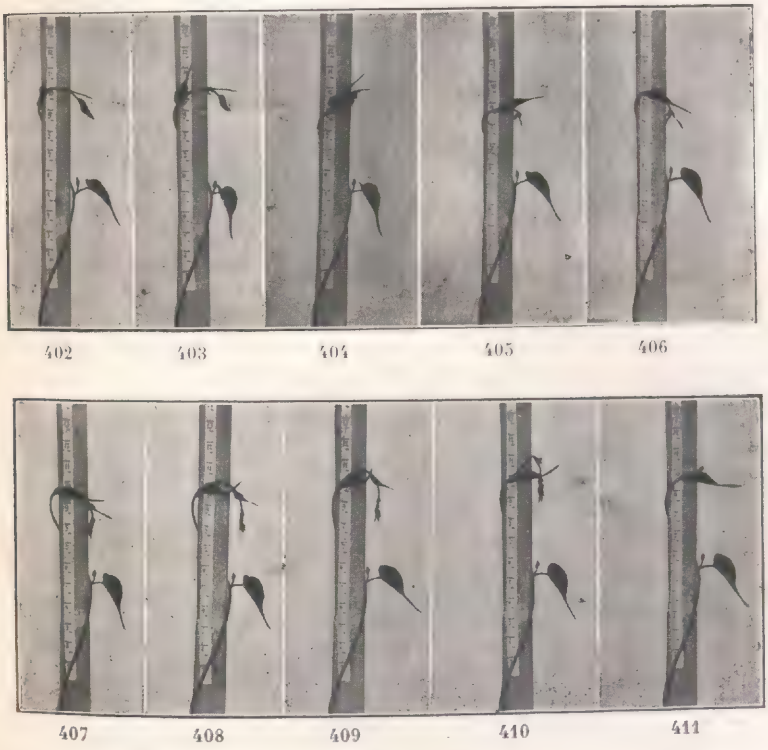


Fig. 402-411.

vement de « recul » (point 20 du diagramme 401). On peut suivre ces mouvements sur les figures 402-411.

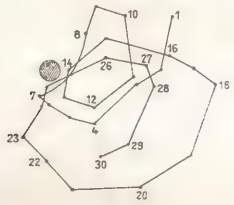
Observation n° 36. — **Loasa lateritia.**

(Projections horizontales : fig. 412-416.— Projections parallèles : fig. 417-420.)

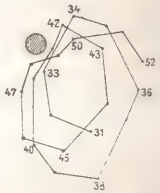
On sait que cette espèce est une des rares et curieuses plantes dont la tige peut circumnuter et s'enrouler dans des sens opposés (1) ; le changement de la direction des mouvements s'observe non seulement d'un individu à l'autre, mais

(1) Isidore Léon, Recherches sur la cause du mouvement spiral des tiges volubiles (*Bull. de la Soc. bot. de France*, t. V, 1858, p. 351).—Ch. Darwin, Les mouvements et les habitudes des plantes grimpantes (traduit par R. Gordon), 1877, p. 39 et 43.

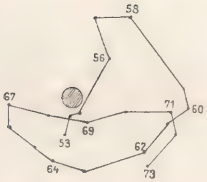
encore dans la tige du même individu, qui, en grimpant, peut renverser souvent le sens de l'hélice le long du tuteur.



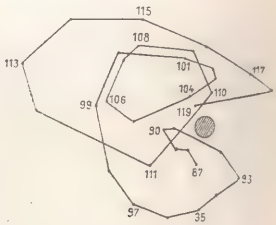
412



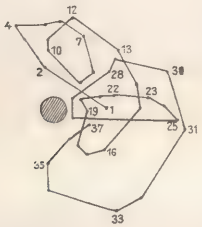
413



414



415

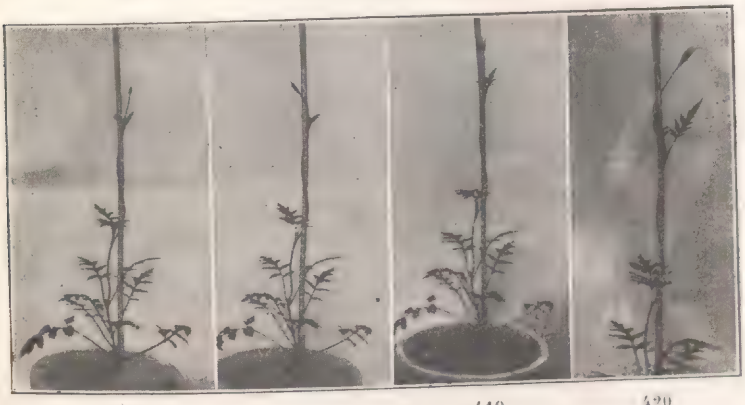


416

Fig. 412

J'ai commencé mes observations sur une jeune plante, haute d'à peine 30 centimètres, composée de sept entre-nœuds

et qui avait effectué auparavant, *dextorsum*, un tour et demi sur un support vertical de 5 millimètres de diamètre. J'ai consigné les mouvements de la pointe de la tige pendant quatre journées. La première journée, du lever au coucher du soleil (dix heures quarante-six minutes), la tige décrivit cinq nutations révolutives, toutes latérales et, chose curieuse à première vue, toutes sur le même côté du tuteur, à savoir sur le côté sud-est, comme on peut le voir sur les diagrammes 412 et 413, de sorte qu'à la fin de la journée l'extrémité de la tige se trouve presque sur le même rayon de la rose des vents. Le mouvement d'enroulement était donc très lent, ce qui était dû au faible allongement de l'organe ; les figures 417-418 mon-



417 418 419 420

Fig. 417-420.

trent les positions extrêmes entre lesquelles s'effectuèrent les nutations. La vitesse moyenne des révolution a été de deux heures dix minutes. Pendant la seconde journée (durée quatorze heures quarante-six minutes), la tige a effectué encore cinq nutations latérales et toujours sur le côté sud-est du tuteur ; les trois premières révolutions furent d'assez grande amplitude (diagramme 414), tandis que les deux dernières eurent une amplitude beaucoup plus faible ; à la fin de cette deuxième journée, l'extrémité de la tige n'était plus avancée dans son enroulement autour du tuteur qu'elle ne l'était deux jours auparavant, c'est-à-dire au commencement de mes observations.

Pendant la nuit, l'extrémité de la tige, dans son mouvement d'enroulement, arrive sur le côté ouest du tuteur. Le troisième jour (durée quatorze heures quarante-neuf minutes), les nutations se continuent dans cette région ; elles ont été encore au nombre de cinq, et, à la fin de la journée, le sommet de la tige avait achevé, depuis le commencement des observations (31 juillet), à peu près trois quarts de tour d'hélice ; je reproduis dans le diagramme 415 quelques-unes de ces nutations.

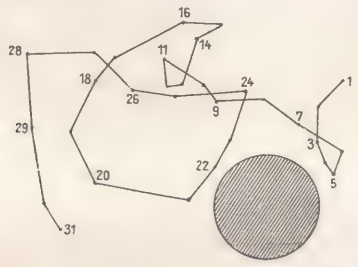
Le quatrième jour, les observations ont été commencées à 3 heures 35 minutes du matin et ont été poursuivies pendant seize heures vingt-deux minutes. Durant cette dernière journée, j'ai relevé six nutations révolutives latérales (vitesse moyenne deux heures quarante-six minutes) qui ont été effectuées sur les côtés est et sud-est du tuteur (diagramme 416).

Comme on peut le constater en comparant les diagrammes 412-416 et la figure 420 (photographie prise à la fin du quatrième jour) aux figures 417-418, la tige a accompli, en quatre jours, un seul tour d'hélice sur son support, mais plus de vingt nutations révolutives latérales.

Observation nº 37. — **Ipomœa superba** Roth.

(Projection horizontale: fig. 421. — Projections parallèles: fig. 422-438.)

Une tige vigoureuse de cette espèce, haute de 1m,60, qui



421

Fig. 421.

n'avait pas encore produit de fleurs et qui avait contourné

dix fois un tuteur de 23 millimètres de diamètre, s'est comportée, quant aux nutations latérales, comme les espèces dont

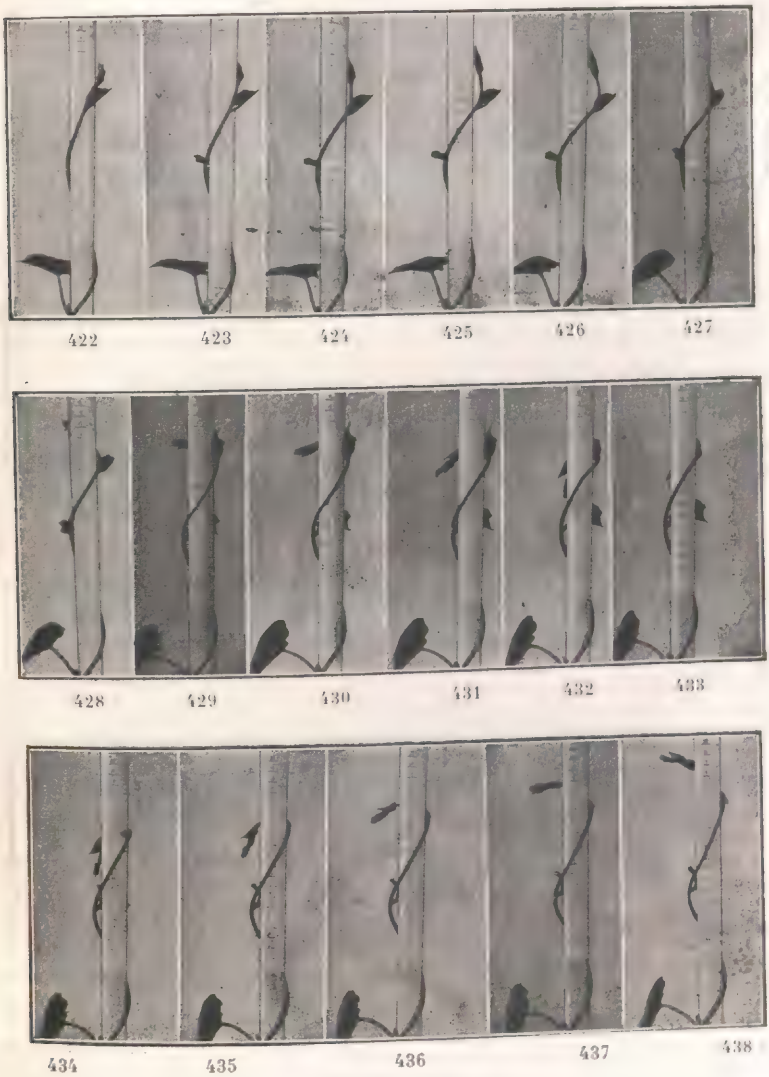


Fig. 422-438.

nous nous sommes occupé précédemment, ce qui se voit facilement en examinant le diagramme 421 et les figures 422-438.

OBSERVATION Nº 38. — **Quamoclit vulgaris.**

(Projections parallèles : fig. 439-450.)

Dans le *Quamoclit vulgaris*, il arrive souvent, surtout lorsque le support est assez épais, que le sommet recourbé de la tige reste la plupart du temps appliqué dans toute sa longueur à la surface de l'appui et semble marcher sans cesse dans la

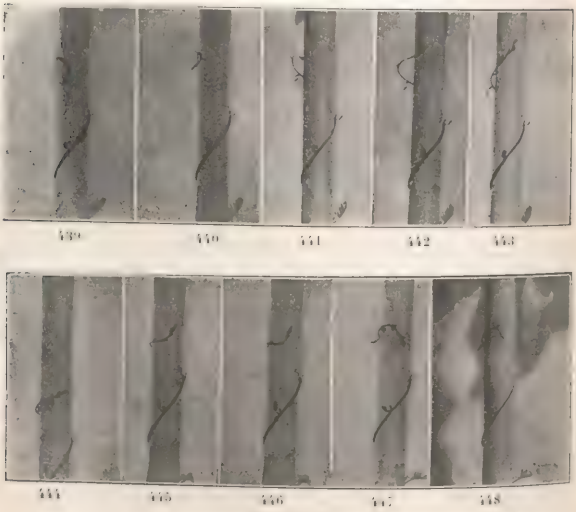
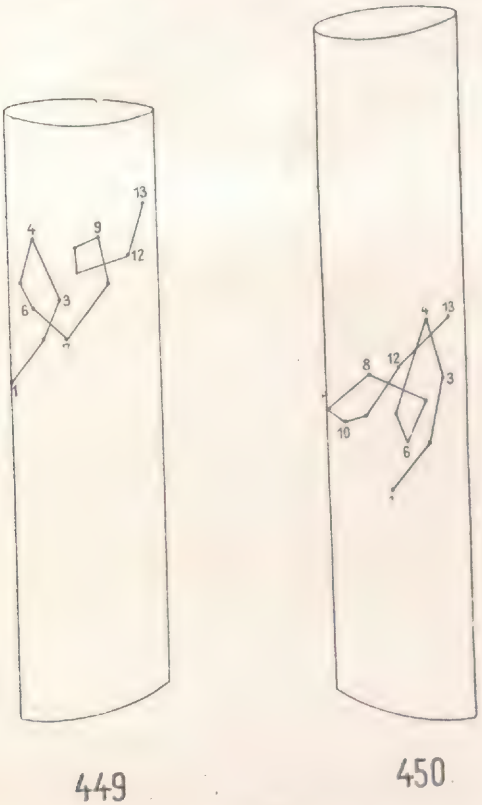


Fig. 439-448.

même direction en décrivant une hélice continue ; en réalité, le mouvement hélicoïdal autour du tuteur est interrompu par des nutations révolutives latérales ; pendant qu'il décrit ces nutations, l'extrémité recourbée de la tige ne s'écarte que très peu et très rarement de son appui ; la plupart du temps, elle ne fait que glisser à sa surface. Dans ce cas, on ne peut pas obtenir une projection horizontale ni assez fidèle ni assez visible, et l'on est obligé de suivre les mouvements en entourant le tuteur d'une feuille de papier blanc, en y marquant,

de temps en temps, les positions occupées successivement par la pointe de la tige. Les figures 449 et 450 représentent deux



449 450

Fig. 449-450.

tracés obtenus de cette manière ; les figures 439-448 montrent quelques-uns des aspects que peut prendre le sommet recourbé de la tige pendant ses mouvements de glissement à la surface du tuteur.

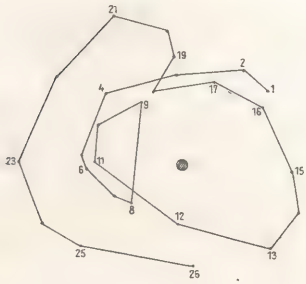
Observation n° 39. — **Ipomœa purpurea.**

(Projection horizontale: fig. 451. — Projection parallèle: fig. 452.)

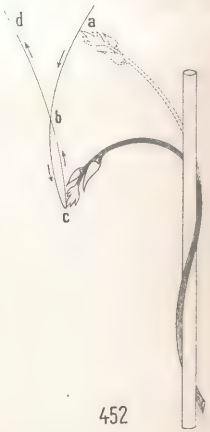
Comme on le verra par l'expérience décrite ici et par d'autres, les mouvements de la tige de l'*Ipomœa purpurea* paraissent parfois être un peu différents de ceux des espèces

précédentes. Comme c'est une plante très commune dans nos jardins et qu'on s'en sert très souvent pour étudier les nutations révolutives et la volubilité, j'ai fait une quinzaine d'observations sur des individus de différents âges.

Voici d'abord ce que j'ai constaté sur une tige principale, ayant une hauteur de $2^{m},80$ et qui avait effectué un grand



451



452

Fig. 451-452.

nombre de tours sur une ficelle de 2 millimètres de diamètre. La première journée (durée d'observation quinze heures), l'extrémité de la tige a fait un tour et demi d'hélice et, pendant ce temps, elle semble n'avoir effectué qu'une seule nutation révolutive latérale, à savoir celle marquée par les points 8-12 du diagramme 451 ; en réalité, elle en a fait deux, mais la seconde, entre les points 16-19, qui est représentée par un angle rentrant et non pas par une boucle, n'a pas pu être figurée en projection horizontale; en effet, dans l'*Ipomœa, purpurea* comme d'ailleurs chez d'autres plantes volubiles, on observe très souvent que la pointe de la tige décrit des nutations révolutives non pas dans un plan plus ou moins incliné, mais dans un plan presque vertical; dans ce cas, la pointe s'abaisse fortement et se relève en traçant une boucle allongée et souvent

très étroite ; en raison de cette particularité, on n'obtient pas, en projection horizontale, le tracé effectif et complet *abcd* (fig. 452), mais seulement la portion *abd* (ou le tracé 17-19 du diagramme 451), c'est-à-dire un angle rentrant ; cela pourrait faire croire que le sommet de la tige contourne continuellement son tuteur, ce qui est inexact, car, en réalité, l'enroulement est interrompu, périodiquement, par des nutations révolutives latérales. Dans ce cas, la projection horizontale est insuffisante ; ce n'est que la construction d'une épure complète qui donnerait une idée fidèle de la manière dont s'effectuent les mouvements. L'épure représentée dans la figure 498 de l'expérience nº 44 en est un exemple.

Observation nº 40. — **Ipomœa purpurea.**

(Projection horizontale : fig. 453. — Projections parallèles : fig. 454-459.)

Une autre observation a été faite sur une jeune plante

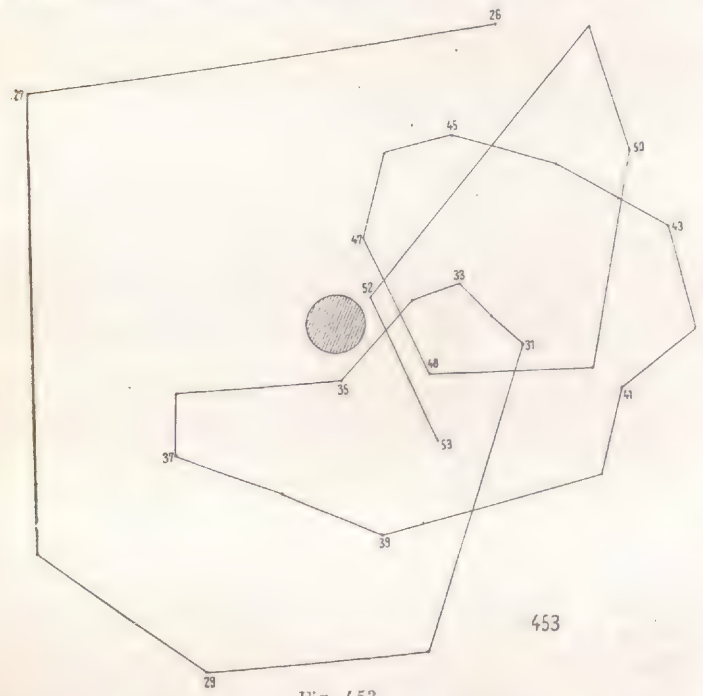


Fig. 453.

qui se trouvait dans un petit pot ; elle ne possédait que quatre

feuilles et avait exécuté, auparavant, des nutations révolutives libres. J'ai placé une baguette de 2 millimètres et demi de diamètre devant la portion inclinée de la tige, portion longue d'à peu près 9 centimètres. La figure 454 repre-

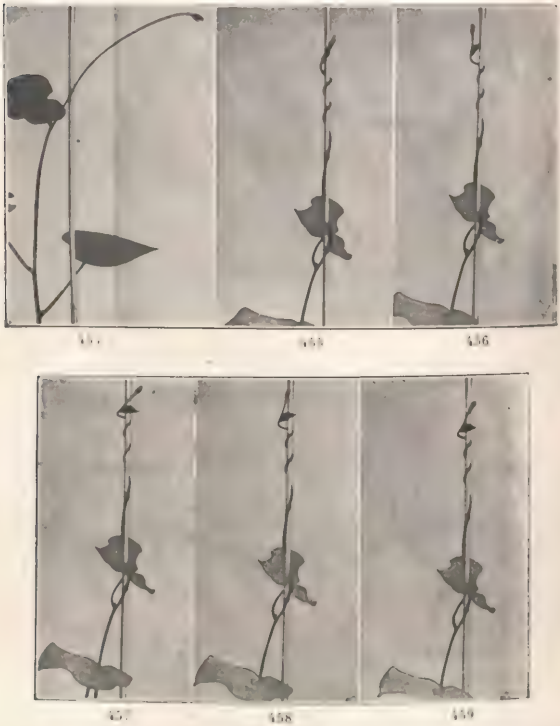


Fig. 454-459.

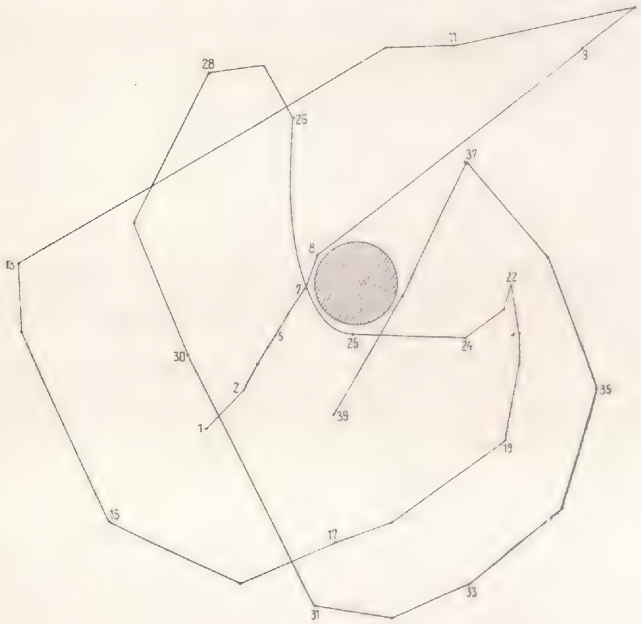
sente la plante avant que sa tige ait atteint le tuteur. Pendant la première journée (entre 11 heures et 21 heures 30 minutes), la partie apicale a continué ses nutations *autour* du support, sans qu'elles fussent interrompues par des nutations latérales ; mais, après dix heures de mouvement, la tige avait

accompli deux tours et demi d'hélice. Je ne saurais pas dire ce qu'il advint pendant la première moitié de la nuit ; mais, à 1 heure 30 minutes du matin, j'ai trouvé le sommet à l'endroit marqué par le point 26 du diagramme 453 ; ce sommet a effectué encore une demi-révolution autour de son appui et, après cela, il commença à faire des nutations latérales ; c'est ainsi qu'au bout de dix-neuf heures la tige avait accompli trois nutations révolutives latérales (diagramme 453). Les figures 455-459 montrent quelques-unes des positions qui furent occupées par la pointe de la tige pendant l'accomplissement de deux révolutions effectuées à côté de l'appui.

Observation n° 41. — **Ipomœa purpurea.**

(Projection horizontale : fig. 460. — Projections parallèles : fig. 461-478.)

Je me suis servi, pour cette observation, d'une plante qui



460

Fig. 460.

s'enroulait sur un tuteur épais, ayant 25 millimètres de dia-

mètre ; la tige était très robuste, longue de 2m,50 et avait fait de nombreux tours d'hélice autour de l'appui. Les

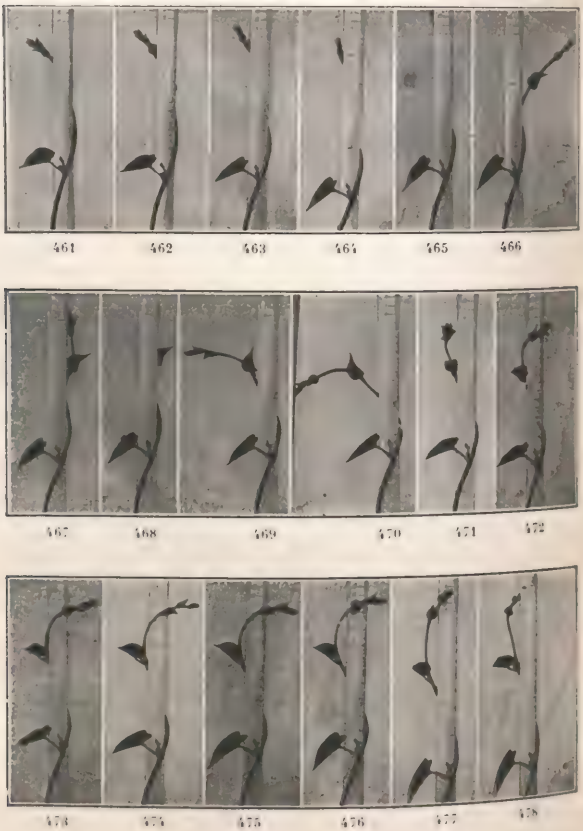


Fig. 461-478.

projections horizontales des positions occupées successivement par le sommet de la tige sont représentées sur le diagramme 460 ; pendant onze heures, ce sommet acheva, à côté

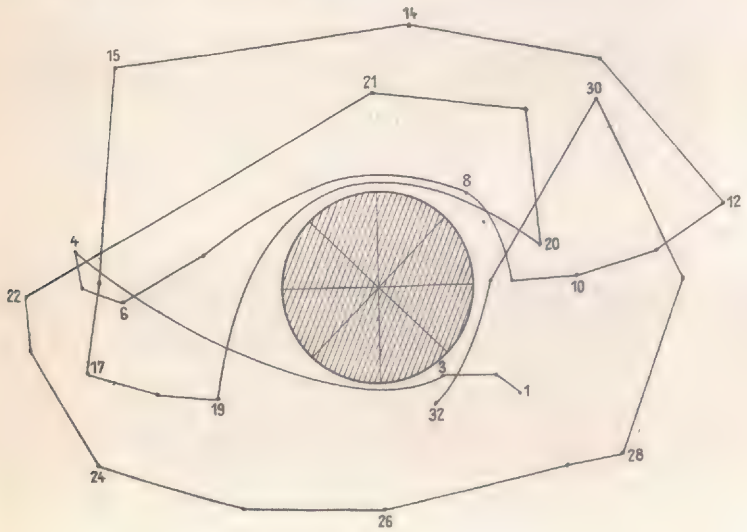
du tuteur, trois nutations révolutives et, à la fin de l'observation, il se trouvait presque à la même place qu'au début, car il n'avait effectué qu'un huitième de tour d'hélice.

Donc, ici aussi, comme d'habitude, plus le support est épais, plus grand doit être le nombre des révolutions latérales avant l'accomplissement d'un tour d'hélice. Sur les figures 461-478, on voit bien quelques aspects de la région terminale de la tige pendant l'exécution de la nutation latérale marquée, sur le diagramme 460, par les points 1-26.

Observation n° 42. — **Ipomœa purpurea.**

(Projection horizontale : fig. 479. — Projections parallèles : fig. 480-490).

Sur le diagramme 479 et sur les figures 480-490, j'ai représenté les nutations d'une tige d'*Ipomœa purpurea* qui s'enrou-



479

Fig. 479.

lait autour d'un support encore plus épais que dans l'expérience précédente, à savoir de 40 millimètres de diamètre. Pendant une journée de douze heures, le sommet de la tige a

décrit quatre nutations révolutives à côté de son tuteur, dont une petite en forme de boucle et trois autres de très

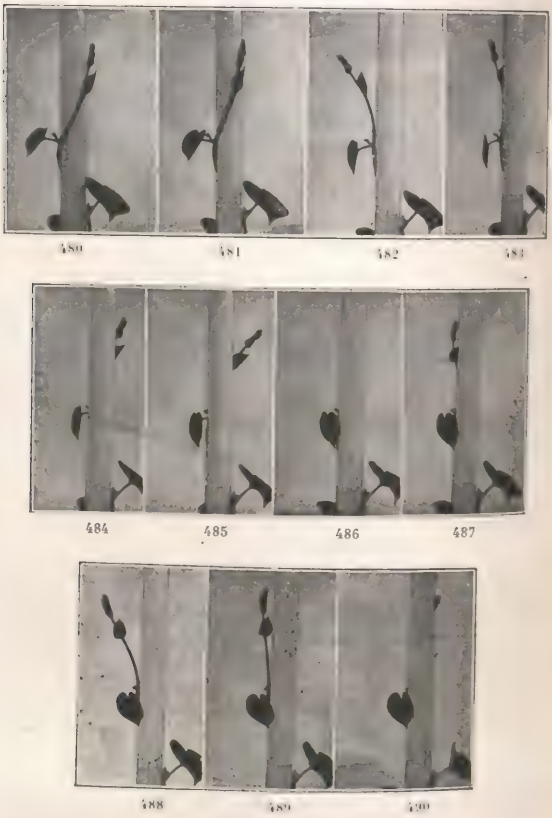


Fig. 480-490.

grande amplitude ; néanmoins, à la fin de la journée, l'extrémité de l'organe se trouvait presqu'à la même place qu'au début, parce que l'enroulement hélicoïdal avait été très lent.

Observation nº 43. — **Ipomœa purpurea.**

(Projections horizontales : fig. 491-493. — Projections parallèles : fig. 494-497.)

Comme nous l'avons dit dans notre observation nº 39, la pointe de la tige d'*Ipomœa* semble, parfois, ne pas exécuter, pendant son enroulement, de nutations révolutives, à côté

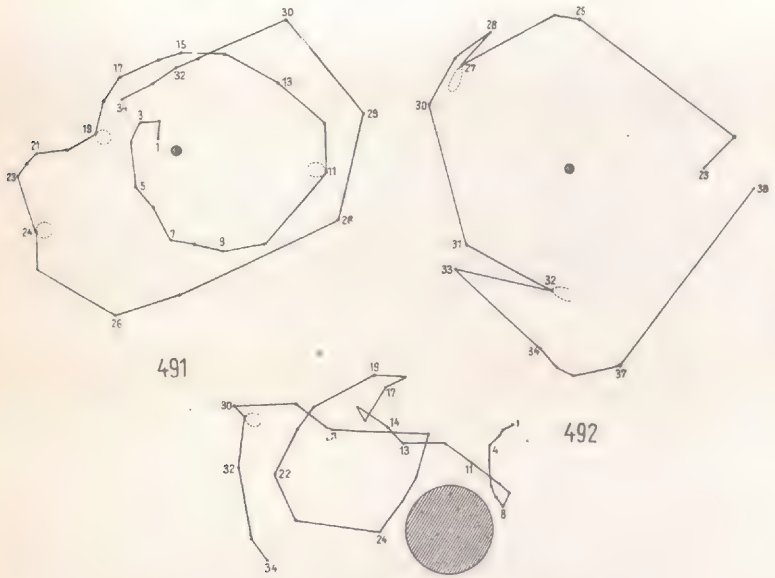


Fig. 491-493.

de son tuteur ; on croirait donc, au premier abord, que l'enroulement est continu, que le mouvement ne consiste qu'en des nutations effectuées autour du support, comme on le voit par la projection horizontale du diagramme 491, où le tracé est ininterrompu, c'est-à-dire sans boucles. Mais un examen attentif des mouvements nous montre que l'extrémité de la tige effectue des nutations révolutives à côté du support ; seulement elles ne peuvent pas être relevées en projection horizontale, parce qu'elles se font dans un plan à peu près parallèle au tuteur, et que, comme le montrent les

figures 494-497, les nutations consistent en des abaissements (fig. 496 et 497) et des redressements de la pointe (fig. 494 et 495). Notons ici que des abaissements et des redressements de la pointe, plus ou moins prononcés, accompagnent toujours, dans toutes les espèces de plantes que j'ai observées, les nutations révolutives effectuées à côté de l'appui ; en effet, pendant la phase d' « avancement », lorsque l'extrémité de la tige est toujours le plus éloignée du support.

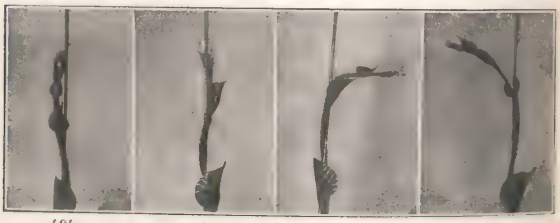


Fig. 494-497.

elle est en même temps plus ou moins abaissée ; au contraire, pendant son « recul », le sommet de l'organe est toujours le plus rapproché et, en même temps, le plus redressé.

Dans le diagramme 491, j'ai représenté par des lignes pointillées les boucles décrites par le sommet de la tige. Parfois, comme dans le diagramme 492, ces nutations latérales sont relevées, en projection horizontale, comme des angles rentrants ; enfin, comme dans le diagramme 493, on a constaté de petites boucles (points 4-11 et 14-17), des nutations latérales plus amples (points 20-29) et des boucles qui n'ont pas pu être relevées en projection horizontale et qui ont été indiquées par des lignes en pointillé (entre les points 30 et 32).

Observation n° 44. — **Ipomœa purpurea.**

(Épure : fig. 498.)

A titre d'exemple, je représente dans la figure 498 une épure qui montre la marche exacte de l'extrémité d'une tige

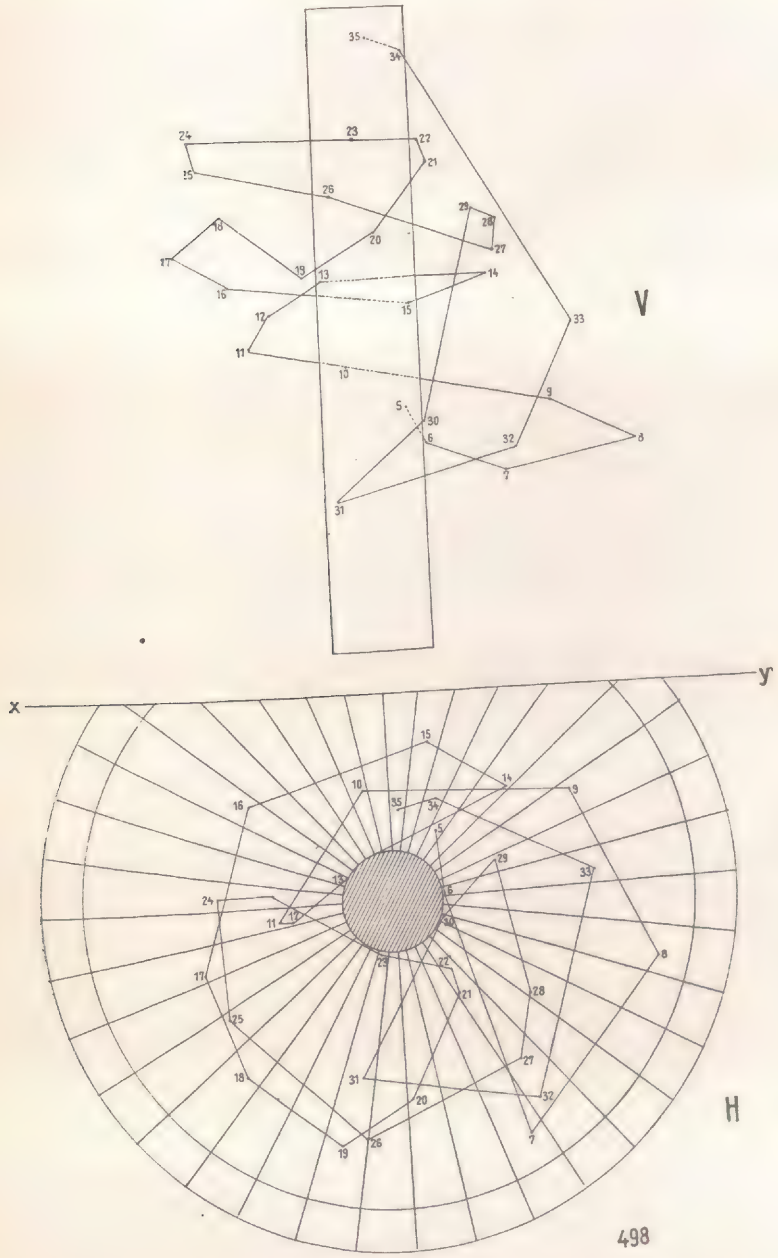


Fig. 498.

pendant qu'elle accomplit ses nutations autour et à côté d'un tuteur ayant 28 millimètres de diamètre.

Observation nº 45. — **Akebia quinata.**

(Projections horizontales : fig 499-501. — Projections parallèles : fig. 502-535.)

Je vais exposer encore les résultats des observations que j'ai faites sur l'*Akebia quinata* ; cette plante a été considérée comme poursuivant ses mouvements *autour* du support, et

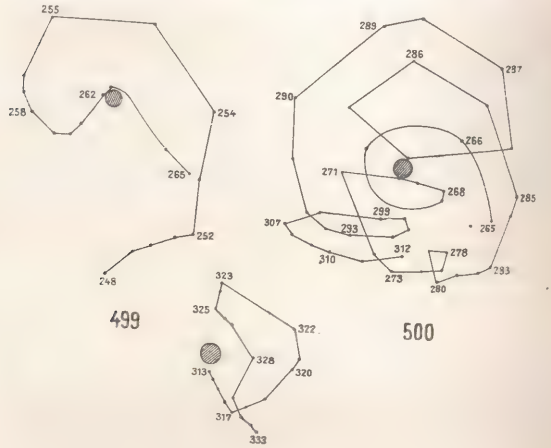


Fig. 499-501.

sans s'arrêter, après la rencontre de celui-ci. C'est ainsi que, d'après Miehe (1), qui a consacré à cette plante une étude spéciale, lorsque la tige de l'*Akebia* contourne un tuteur vertical, son enroulement est ininterrompu, et l'organe maintient constamment son extrémité en forme de crosse (2).

(1) Hugo Miehe, Beiträge zum Windeproblem (*Jahrb. für wiss. Botanik*, Bd. LVI, 1915, p. 677).

(2) Hugo Miehe, *loc. cit.*, p. 677, fig. 3.

Lorsque cet auteur voit la portion apicale se relever plus ou

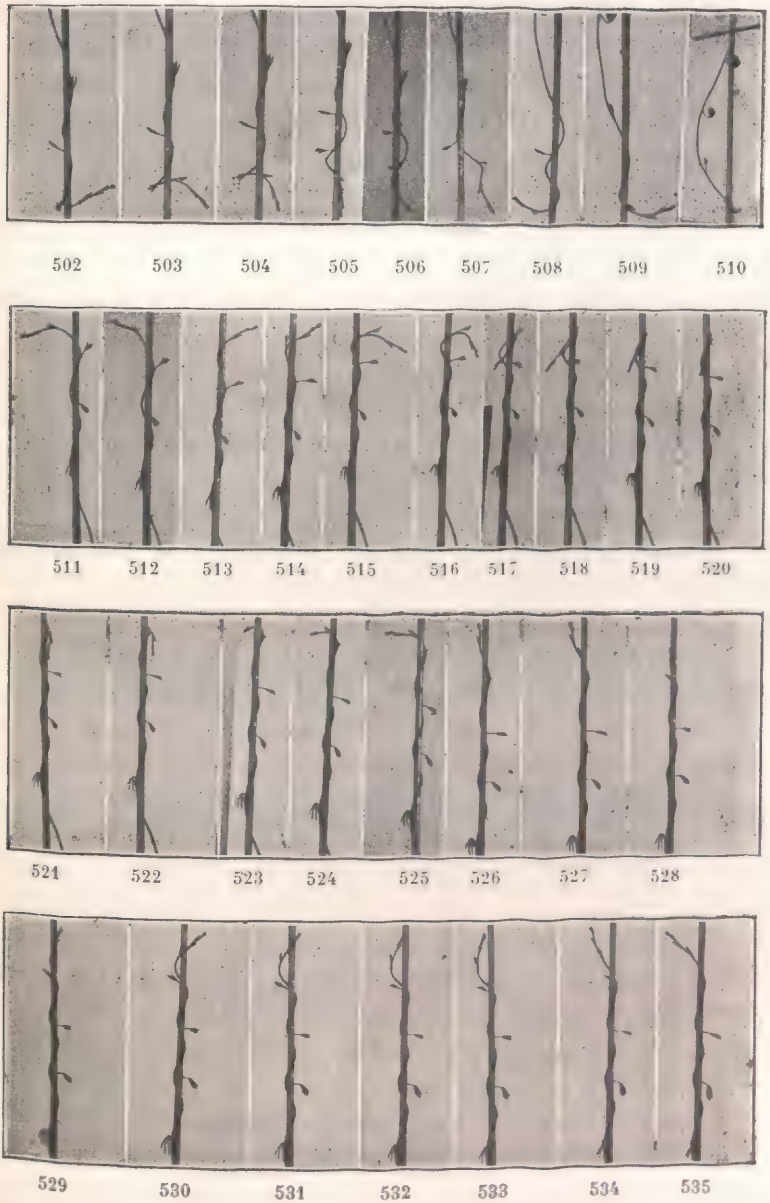


Fig. 502-535.

moins, ce n'est qu'accidentellement ; ces rendements seraient, d'après Miehe, tout à fait rares et passagers ; surtout ils ne

se répéteraient pas nécessairement au bout d'un certain temps et manquent complètement chez beaucoup de pousses. L'auteur donne une série d'esquisses (1), d'où il résulterait, en effet, que, pendant deux journées, l'extrémité de la tige aurait accompli un tour d'hélice complet et ininterrompu, c'est-à-dire sans faire des nutations latérales. Mais la vue des croquis porte à croire que les dessins ont été faits, peut-être, de mémoire et non pas immédiatement sur la plante en expérience, car ils représentent une tige volubile à droite (*dextrorsum*), tandis que, en réalité, la tige de l'*Akebia quinata* est volubile à gauche (2) ; d'ailleurs Miehe lui-même, lorsqu'il donne des photographies de cette plante, montre qu'il a eu à sa disposition une tige volubile à gauche.

Mes propres observations montrent que les tiges de l'*Akebia quinata* présentent constamment des nutations latérales, tout comme les tiges des autres plantes volubiles et, ce qui est essentiel, ces nutations se répètent nécessairement de temps en temps. La fréquence de ces nutations révolutives latérales, qui interrompent l'enroulement autour du support est, comme la fréquence des nutations révolutives libres, bien entendu variable ; elle dépend de l'intensité de la croissance et du diamètre du tuteur ; le nombre des nutations latérales, effectuées avant l'accomplissement d'un tour d'hélice, est d'autant plus grand que le tuteur est plus épais et que l'activité de la croissance est moindre.

J'ai observé les mouvements de la tige d'*Akebia quinata* sur une quinzaine de branches de huit individus différents : c'étaient des plantes relativement jeunes, qui se trouvaient dans des pots ; elles avaient bien végété pendant l'été 1924, en produisant de nombreuses branches volubiles ; quelques-unes avaient développé, à la base, de très longs stolons non volubiles. Une partie des observations a été effectuée en avril et en mai, une autre partie au commencement du mois d'août.

Je rapporterai ici d'abord les résultats de l'une des obser-

(1) Hugo Miehe, *loc. cit.*, fig. 3.

(2) Ch. Darwin, The Movements and Habits of climbing Plants, 1906, p. 26 ; H. Schenck, Beiträge zur Biologie der Lianen, 1892, p. 124.

vations que j'ai faites au commencement de mai, lorsque la croissance était très active. Du 29 avril au 5 mai, j'avais poursuivi et enregistré journellement les nutations révolutives de la tige dépourvue de tuteur ; dans l'après-midi du 5 mai, je place au devant de l'extrémité circumnutante un support de 4 millimètres de diamètre ; au bout de deux heures, la tige a accompli un demi-tour d'hélice (fig. 502). Pendant la nuit, elle a complété ce tour d'hélice (fig. 503 et point 248 du diagramme 499). Pendant toute la journée du 6 mai, elle a fait une nutation latérale (points 248-265 du diagramme 499 et figures 503-505), mais seulement 45° d'un tour d'hélice sur le tuteur.

Dans le courant de la nuit suivante, la tige a accompli un tour complet d'hélice (comparer les figures 505 et 506 et les points 265 et 268 du diagramme 500) : mais je ne sais pas si elle avait effectué, en même temps, des nutations révolutives latérales. Le 7 mai, le sommet de l'organe a exécuté deux nutations à côté du support (points 268-274 du diagramme 500 et figures 506-513 ; points 274-280 du même diagramme) et à peu près un demi-tour d'hélice (du point 268 au point 286). Pendant la nuit du 7 au 8 mai, la tige fit une nouvelle révolution latérale, et au matin du 8 mai la pointe occupait une position rétrograde par rapport à la position de la veille (point 287 du diagramme 500) ; dans le courant de la journée du 8 mai (entre 7 heures 40 minutes et 20 heures 35 minutes), l'extrémité a accompli encore une nutation latérale (points 291-307 du diagramme 500 et figures 514-525) et un peu plus d'un demi-tour d'hélice. Le quatrième jour, une nouvelle nutation à côté du support fut effectuée (points 313-333 du diagramme 501 et figures 526-535) ; en comparant la dernière position, occupée le soir du 8 mai (point 312 du diagramme 500) à celle du matin du 9 mai (point 313 du diagramme 501), on voit bien que, en ce qui concerne l'enroulement, cette dernière est en recul par rapport à la première et que, par conséquent, pendant la nuit, la tige a dû effectuer une autre révolution *latérale*.

En résumé, au bout de quatre jours, la tige de l'*Akebia quinata* a achevé deux tours d'hélice sur son tuteur (comparer

les figures 503-535), et pendant le même temps elle a fait au moins six nutations révolutives latérales.

Observation nº 46. — **Akebia quinata**.

(Projections horizontales : fig. 536-537. — Projections parallèles : fig. 538-564.)

Voici maintenant les résultats d'une de nos observations, faite au mois d'août, sur une plante dont la croissance avait déjà beaucoup diminué et qui s'enroulait sur un tuteur

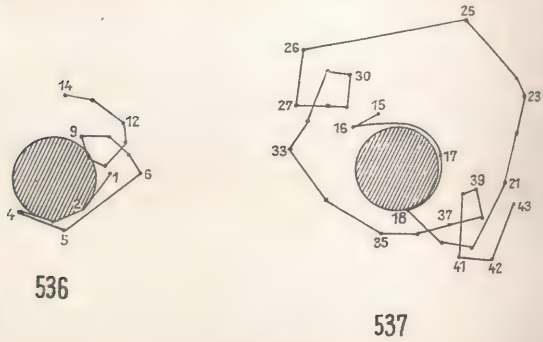


Fig. 536-537.

beaucoup plus épais que celui de l'expérience précédemment décrite. Les observations ont été poursuivies pendant trois journées et pendant une nuit ; la branche était longue d'à peu près 0m,50, possédait une quinzaine de feuilles bien développées et quelques autres plus petites ; auparavant elle s'était enroulée sur un tuteur de 6 millimètres de diamètre. Deux jours avant le commencement de mes observations, on lui avait donné un autre support vertical, ayant 13 millimètres de diamètre. Au commencement de la première journée (6 août, 8 heures du matin), l'extrémité de la tige occupait la position indiquée par le point 1 du diagramme 536 et par la figure 538 et était au bout de son enroulement ; en une heure, la pointe de l'organe a été ramenée en arrière par un glissement lent

à la surface du support (fig. 539-540) ; dès la position représentée par le point 4 du diagramme 584, l'extrémité, sans s'écarter de son tuteur et toujours en glissant à sa surface,

Fig. 538-564.

revient à peu près sur ses pas ; le point 5 du diagramme 536 se trouve, en réalité, à la surface de l'appui (fig. 541) ; pour ne pas trop embrouiller la figure, on l'a dessiné un peu éloigné ; l'extrémité s'est ensuite écartée du tuteur et, par un mouvement d'abaissement (fig. 542-546), a décrit une nouvelle mutation latérale (points 6-12 du diagramme 536).

A la fin de la première journée d'observations, l'extrémité de la tige avait donc effectué deux nutations latérales, mais seulement un quart de tour d'hélice sur son appui.

Le lendemain, 7 août, à 7 heures 50 minutes du matin, la pointe occupait la position marquée par le point 15 du diagramme 537 (fig. 548) ; je ne saurais dire si, dans le courant de la nuit, le sommet a effectué ou non des nutations latérales, mais peu après la position 16 du diagramme 537 (fig. 549), l'extrémité, arrivée au bout de son enroulement, recommence une nutation latérale de grande amplitude ; pendant cinq heures elle revient en arrière, en glissant à la surface du support (points 17-18 du diagramme 537, fig. 550-551), pour s'en écarter ensuite et décrire, jusqu'à la fin de la journée, le chemin indiqué par les points 18-26 du diagramme 537 et les figures 552-558. Cette fois-ci j'ai poursuivi les mouvements pendant la nuit, et j'ai pu constater que l'extrémité n'a fait qu'esquisser le commencement d'une nutation latérale (points 26-27 du diagramme 537), nutation qui a été réellement accomplie pendant la matinée du troisième jour (points 27-33 du diagramme et figures 559-564).

Enfin, pendant la quatrième journée, la tige a accompli encore une révolution a côté du support (points 37-41) et avait presque achevé un tour d'enroulement sur celui-ci. En résumé, pour *un tour* d'hélice sur son appui, la tige a effectué *cinq* nutations latérales.

Ainsi donc, d'après toutes mes observations, faites sur de nombreuses tiges, les nutations à côté du support sont des mouvements qui, contrairement à l'avis de Miehe, se répètent nécessairement pendant l'enroulement de l'*Akebia quinata* ; ces nutations latérales sont plus ou moins fréquentes suivant l'intensité de l'accroissement et le diamètre du support ; leur nombre diminue lorsque la croissance en longueur de la tige est très active et que le support est très mince ; toutefois je ne saurais contester les faits énoncés par l'auteur cité : il dit avoir fait ses observations sur des pousses jeunes, ayant une croissance vigoureuse, d'une plante luxuriante, formant un espalier de 3 mètres de hauteur. Il est possible que, dans ces pousses, à croissance très énergique, le nombre des nutations

latérales soit plus réduit ; mais, même dans ce cas, je ne pense pas qu'elles puissent être complètement supprimées.

III. — Observations sur d'autres plantes.

Après avoir décrit avec détails les exemples précédents, je me contenterai d'énumérer seulement les autres espèces sur lesquelles ont encore porté mes observations. Ce sont : *Tamus communis*, *Boussingaultia baselloides*, *Mandevillea suaveolens*, *Phaseolus vulgaris*, *Polygonum dumetorum*, *Lonicera Periclymenum*, *Wistaria sinensis*.

IV. — Résumé.

Les nutations révolutives des tiges volubiles ne s'arrêtent pas après la rencontre d'un tuteur ; elles sont des manifestations permanentes : 1° elles s'effectuent presque toujours à côté du support ; c'est ce que j'appelle des *nutations révolutives latérales* ; 2° très rarement elles s'accomplissent d'une façon continue *autour* du tuteur ; cela peut arriver lorsque la croissance de la tige est très exubérante et que le support est suffisamment mince ; je n'ai observé ce dernier cas que sur des tiges de *Dioscorea Batatas* issues de gros rhizomes, longs de $0^m,35$ à $0^m,45$; mais, même dans ce cas où la partie basilaire s'enroule sans interruption autour du support, la partie terminale exécute des petits mouvements. Miehe indique encore l'*Akebia quinata* comme contournant, sans s'interrompre, son appui. Sur des tiges de *Dioscorea Batatas*, issues de petites bulbilles, qui s'accroissent lentement, on observe que toujours l'enroulement est interrompu par des nutations effectuées à côté du support.

DEUXIÈME PARTIE

ABAISSEMENT ET RELÈVEMENT DE L'EXTRÉMITÉ CIRCOMNUTANTE DES TIGES VOLUBILES DÉPOURVUES DE SUPPORT.

Nous avons vu précédemment que, pendant l'accomplissement des nutations révolutives latérales, c'est-à-dire des nutations effectuées à côté de l'appui, la pointe nutante s'abaisse et se relève successivement ; elle s'abaisse pendant qu'elle s'écarte de son support et se redresse pendant qu'elle s'en rapproche. Ces abaissements et ces redressements sont dus en grande partie à la présence de l'appui qui gêne les mouvements ; en effet, lorsqu'elle rencontre le support qu'elle ne peut plus contourner, la pointe de la tige, pour continuer ses nutations, est obligée de se redresser et de glisser à la surface de son tuteur vertical. Cependant les abaissements et les redressements de la tige paraissent dus à une propriété plus générale et indépendante de la présence du support, puisqu'ils ont lieu également, comme nous le verrons dans ce qui suit, en l'absence de tuteur.

Voici d'abord, en quelques mots, l'historique de la question.

C'est Ch. Darwin (1) paraît avoir observé pour la première fois que la portion apicale et circumnutante des tiges volubiles ne reste pas constamment inclinée ; on constate « souvent un complet redressement ».

Voss (2) avait également constaté que le sommet circumnutant des tiges de *Phaseolus miltiflorus* et de *Bowiea volubilis*, qui n'avaient pas de tuteur, était parfois très redressé.

(1) Ch. Darwin, Les mouvements et les habitudes des plantes grimpantes, 1877, p. 15-16.

(2) Voss, Neue Versuche über das Winden des Pflanzenstengels (*Botanische Zeitung*, Jahrg. LX, 1902, p. 243-246).

pour s'abaisser lentement au bout de quelque temps et se relever ensuite ; l'auteur a observé que l'extrémité de la tige décrit, dans son mouvement évolutif, non pas un cercle, mais un chemin hélicoïdal ; comme le mouvement de redressement et d'abaissement n'est pas uniforme, l'hélice n'est pas régulière ; elle est tantôt surbaissée, tantôt plus allongée.

Bremekamp (1), au contraire, remarque « la belle régularité avec laquelle la pointe de la tige décrit son cercle » : soit qu'on marque les positions chaque quart d'heure ou bien toutes les cinq minutes ou même chaque minute, on trouve toujours la même symétrie. D'après Bremekamp, il n'y aurait donc pas abaissement et élévation successives du sommet de la tige ; je ne sais pas quel procédé a été employé par cet auteur pour apprécier « la belle régularité » de la nutation révolutive ; si la régularité des révolutions est appréciée seulement d'après les cercles obtenus par la projection horizontale, ce n'est pas du tout suffisant, ce procédé étant fallacieux ; ce n'est que le profil réel qui peut nous donner une idée exacte sur la forme du chemin parcouru par l'extrémité de la tige. C'est ainsi qu'en examinant seulement la projection horizontale H de mon épure 604 (*Thunbergia alata*, observation n° 55), on dirait que la nutation révolutive est assez régulière ; mais, si l'on construit l'épure complète, la projection verticale V nous fait voir un tracé irrégulier et qui montre que l'extrémité de la tige décrit une hélice tantôt ascendante et tantôt descendante.

Relatant les observations de Voss sur le *Bowiea volubilis*, Gradmann (2) prétend que le phénomène observé par le premier auteur n'est pas général et qu'il ne l'a jamais observé sur cette plante d'une manière régulière ; lorsque l'abaissement et le relèvement se manifestent, Gradmann les considère comme la conséquence d'une croissance irrégulière (*eine Folge unregelmassigen Wachstums*).

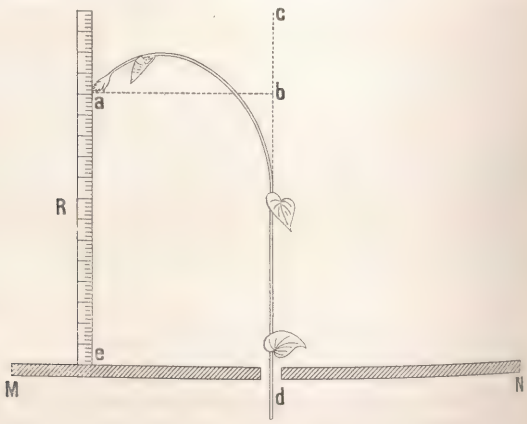
Afin d'acquérir des notions plus détaillées et plus précises

(1) C. E. B. Bremekamp, Die rotierende Nutation und der Geotropismus der Windepflanzen (*Recueil des travaux botaniques néerlandais*, vol. IX, 1912, p. 355).

(2) H. Gradmann, Die Bewegungen der Windepflanzen (*Zeitschrift fur Botanik*, Bd. XIII, 1921, p. 368).

sur le phénomène mentionné, j'ai fait de nombreuses observations sur les *Thunbergia alata*, *Phaseolus multiflorus*, *Loasa lateritia*, *Akebia quinata*, *Humulus Lupulus*, *Lonicera Periclymenum*, *Dioscorea Batatas*, *Boussingaultia baselloides* et *Ipomœa purpurea* (*Pharbitis hispida*).

Pour examiner la manière dont se comporte l'extrémité de la tige volubile pendant qu'elle accomplit des nutations révolutives libres, j'ai employé la méthode déjà mentionnée,

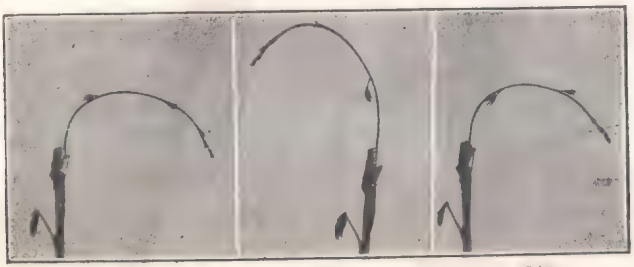


565

Fig. 565.

c'est-à-dire je place au-dessous du sommet un disque MN (fig. 565 et 2) disposé bien horizontalement, sur lequel se trouvent des divisions (fig. 2-3) ; les degrés des cercles nous indiquent l'angle de déplacement ; les divisions des rayons nous donnent la distance *ab* qui sépare, de la verticale *cd*, l'extrémité *a* de l'organe ; sur la règle graduée, R, on lit la hauteur *ae*, du sommet au-dessus du disque. A l'aide de ces trois dimensions, on construit l'épure des positions occupées successivement par l'extrémité nutante de la tige. Le trou *d*, par où passe la tige, au centre du disque gradué.

doit être suffisamment large, au moins deux fois plus grand que le diamètre de la tige, pour ne pas gêner les mouvements de cet organe.



566 567 568

569 570 571

572 573 574 575

Fig. 566-575.

Il est inutile de trop insister sur la description de ces mouvements ; les figures de mes épures nous donnent une idée exacte de la marche réelle du sommet.

Pour connaître le plus exactement possible la marche normale de l'extrémité de la tige pendant qu'elle accomplit ses nutations, il faut prendre encore les précautions suivantes. Il vaut mieux faire ses observations sur des tiges jeunes qui ne possèdent pas de support et qui tournent librement. Si toutefois on poursuit les nutations révolutives d'une tige qui s'était enroulée auparavant sur un tuteur vertical et dont l'extrémité a poussé au-dessus, il faut se servir de tiges qui se sont élevées beaucoup au-dessus du sommet de leur appui et qui, comme le montre la figure 2, présentent non seulement une partie circumnutante bien inclinée, mais aussi une portion verticale assez haute dans laquelle les nutations ont cessé ; ce n'est que dans ce dernier cas que les révolutions de la tige sont complètement libres. Si, au contraire, l'extrémité de la tige surpasse peu le sommet du tuteur, alors ses mouvements sont incommodés par le support et, dans ce cas, on obtient invariablement des résultats faussés. Voici un exemple.

Une tige d'*Akebia quinata* avait dépassé de peu le sommet de son appui vertical ; lorsque, pendant l'accomplissement des révolutions, la concavité de son extrémité était dirigée du côté opposé au tuteur (fig. 566), l'organe était beaucoup plus abaissé que lorsqu'elle regardait l'appui (fig. 567), car, dans ce dernier cas, la tige était incommodée par le tuteur et empêchée de s'incliner plus fortement ; la projection horizontale (H, épure 600) montre bien l'asymétrie du chemin parcouru ; *s* est le support, *t* la position de la tige ; on voit que le tracé est beaucoup plus éloigné du support du côté où la tige peut s'incliner librement (points 1-16) que du côté opposé où la tige, gênée par le support, est obligée de se redresser.

Une autre précaution importante à prendre, c'est de disposer la tige de manière qu'elle reçoive la lumière également sur tous ses côtés et non suivant une seule direction latérale. En effet, si l'éclairage n'a pas d'effet appréciable sur la portion inclinée et sur la vitesse du mouvement révolutif (1).

(1) C. E. B. Bremekamp, Die rotierende Nutation und der Geotropismus der Windepflanzen (*Recueil des travaux botaniques néerlandais*, vol. IX, 1912, p. 356).

il manifeste cependant très nettement son action sur la portion orthotrope de la tige ; j'ai constaté que, dans les tiges du Houblon, de l'*Akebia quinata* et dans les pousses volubiles de l'*Asparagus plumosus* Baker var. *nanus*, il existe un phototropisme positif ; si la plante est placée dans une chambre, devant une fenêtre, la partie orthotrope de la tige, dans

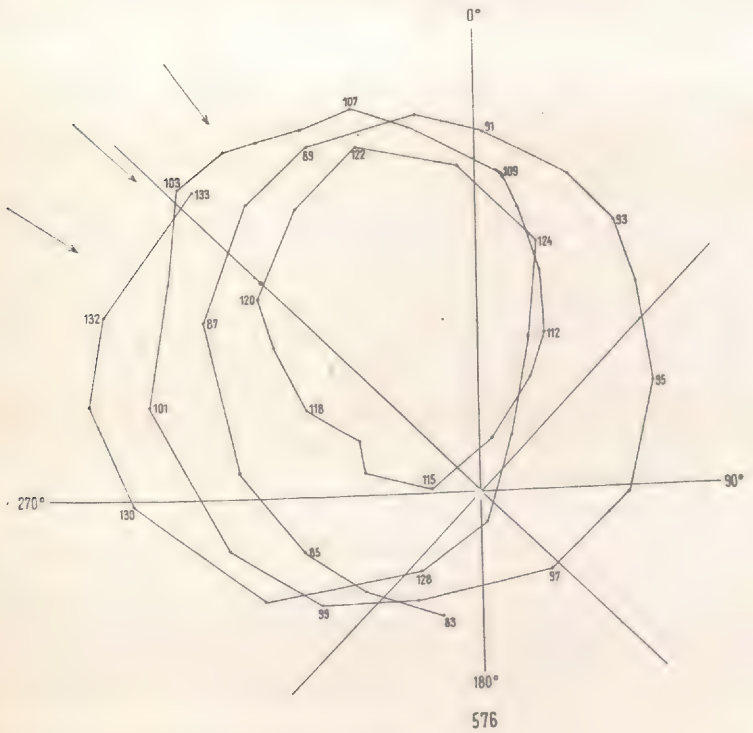


Fig. 576.

laquelle la capacité de croissance n'a pas encore disparu, se penche vers la fenêtre (Houblon, fig. 572 et 573). On obtient dans ce cas, par la projection horizontale, des tracés excentriques et asymétriques (diagramme 576). J'ai bien constaté le phototropisme positif de la tige verticale sur de nombreux individus de Houblon, d'*Asparagus plumosus* et d'*Akebia quinata* que j'avais transportés dans une chambre bien éclairée, mais qui recevait la lumière inégalement.

Bremekamp (1) pense que l'inclinaison de la tige vers la lumière serait provoquée par la disposition que prennent les feuilles ; en effet, celles-ci, courbant leurs pétioles et se dirigeant vers la lumière, feraient pencher, par leur poids unilatéral, la tige vers la lumière. Cette interprétation, du moins en ce qui concerne le Houblon, l'*Akebia quinata* et l'*Asparagus plumosus* sur lesquels ont porté mes observations, ne correspond pas à la réalité des faits. D'abord, dans l'*Asparagus*, les feuilles étant réduites à de petites écailles, leur poids ne peut pas avoir aucune influence. Si nous examinons la figure 571 (Houblon), on voit que seules les deux feuilles opposées, plus âgées, qui se trouvent tout à fait à la base, se sont orientées vers la lumière, tandis que les feuilles plus jeunes qui tournent encore avec la tige ne le sont pas ; comme la tige du Houblon est très robuste et que *toute* sa portion verticale est inclinée vers la fenêtre, il est impossible que les deux feuilles basilaires puissent provoquer, par leur poids, l'obliquité de la tige. D'ailleurs les figures 569 et 570 montrent très nettement que la tige commence à s'incliner vers la lumière avant même que les feuilles soient orientées. Il en est de même pour l'*Akebia quinata*, comme on peut le voir par les figures 574 et 575 ; ici aussi la feuille basilaire, la seule qui est orientée vers la lumière, n'a pas pu déterminer l'inclinaison de toute la portion orthotrope vers la fenêtre.

Voici maintenant les observations que j'ai faites sur l'abaissement et le relèvement de l'extrémité circumnutante des tiges volubiles.

Observation nº 47. — **Ipomœa purpurea.**

(Projections horizontales : fig. 578-583 ; fig. 577-582 et 584-590.)

Quoique j'aie constaté l'abaissement et le relèvement sur la tige d'une dizaine d'individus, je ne rapporterai ici que les résultats des observations effectuées sur quelques-uns.

Je commence par une jeune plante qui n'avait pas eu l'occasion de s'enrouler, mais dont la tige accomplissait

(1) Bremekamp, *loc. cit.*, p. 357.

librement des nutations révolutives. Comme le montre le tracé 577, l'extrémité de l'organe, tout en décrivant des révolutions, s'abaisse et se redresse de temps en temps, de sorte que le chemin hélicoïdal qu'elle parcourt n'est pas toujours ascendant, mais monte et descend ; comme le montre la projection verticale V de l'épure 578, il est plus ou moins

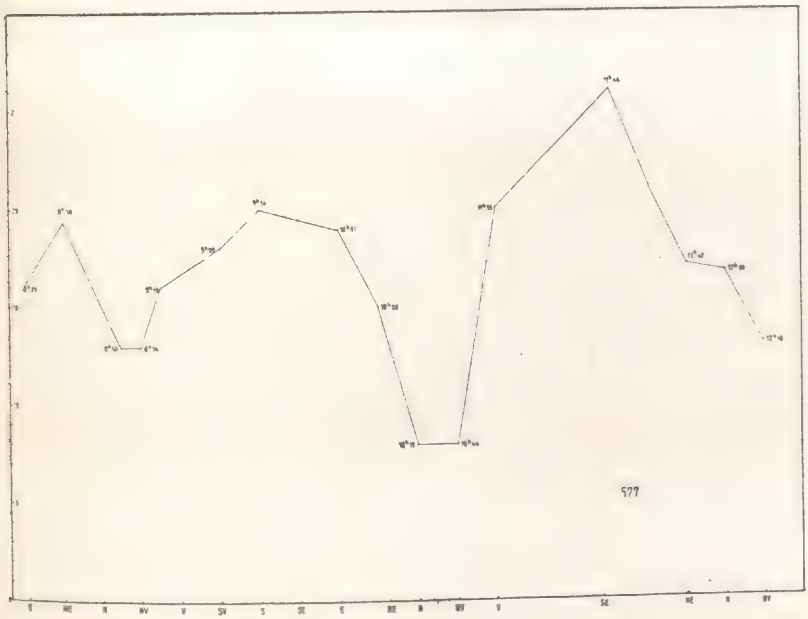
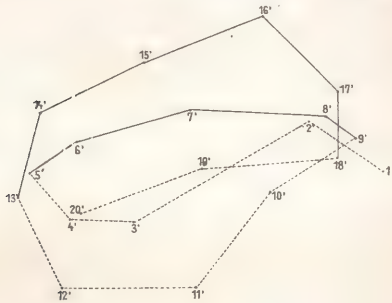


Fig. 577.

ondulé. Pendant une révolution, il y a généralement un abaissement et un redressement plus accentués, séparés, souvent, par plusieurs autres moins prononcés. Si on appréciait la forme des révolutions seulement d'après les projections horizontales des positions successives (diagramme H de l'épure 578), on aurait raison de dire que les nutations sont suffisamment régulières, assez semblables les unes aux autres ; mais, en examinant la projection verticale V de l'épure, on constate facilement que le chemin hélicoïdal parcouru monte (points 1′-2′) puis descend (points 3′-4′) pour remonter de nouveau (points 5′-7′), et ainsi de suite.

Les figures 589 et 590 montrent deux des aspects qu'avait



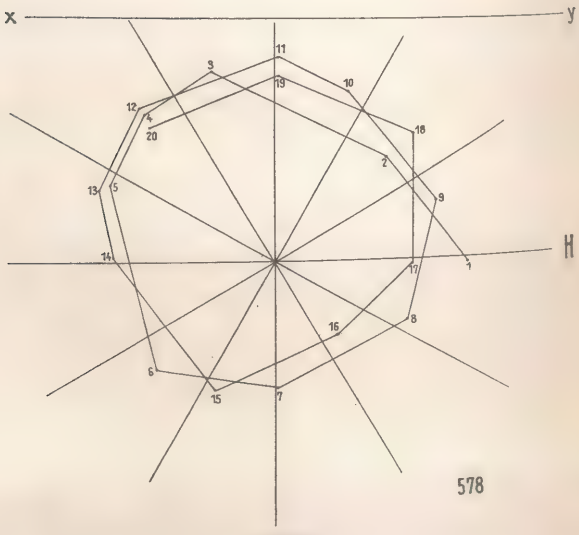


Fig. 578.

pris le sommet de la tige de cette plante pendant ses nutations révolutives.

Les figures 586-588 représentent trois aspects successifs

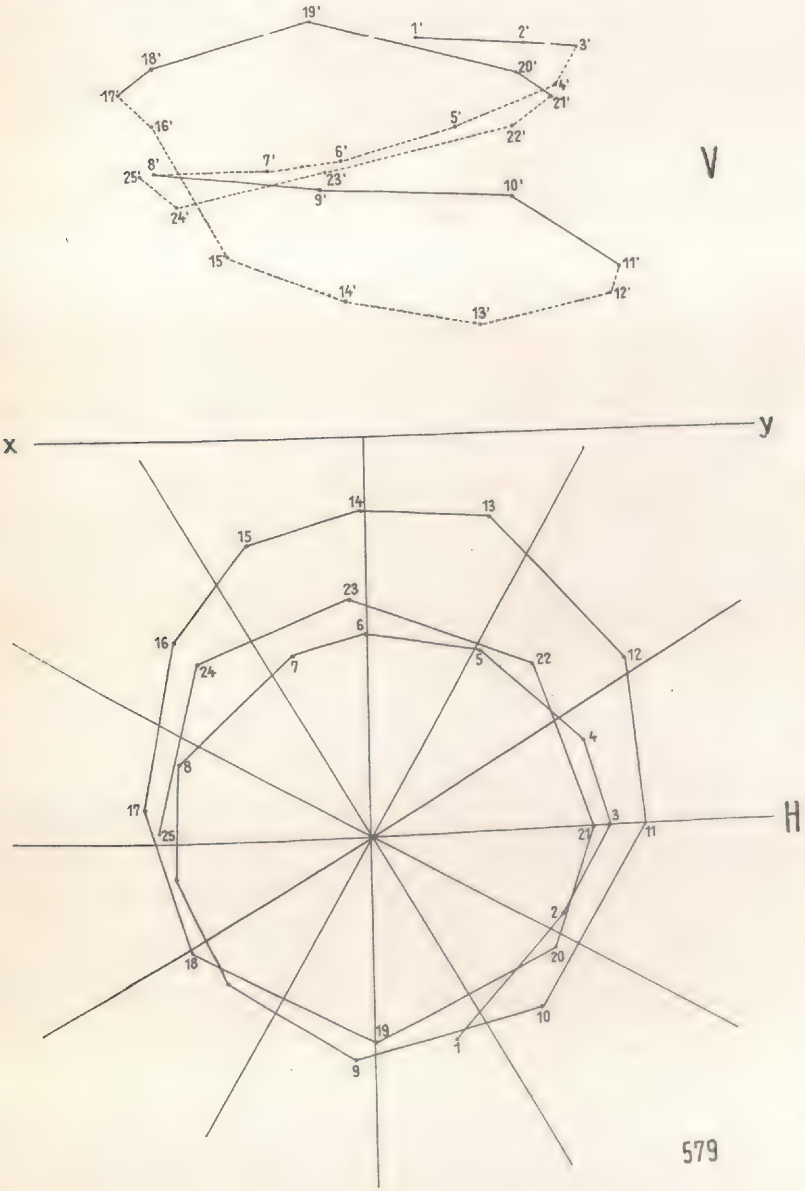


Fig. 579.

d'un autre individu, toujours jeune comme le précédent. On y voit que l'extrémité est tantôt très penchée (fig. 586),

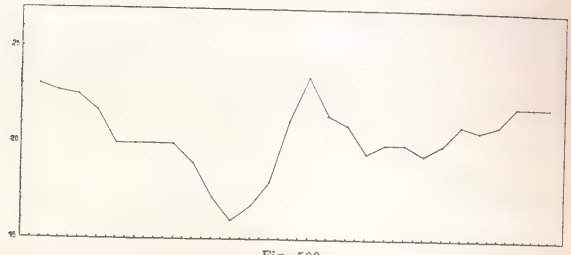


Fig. 580.

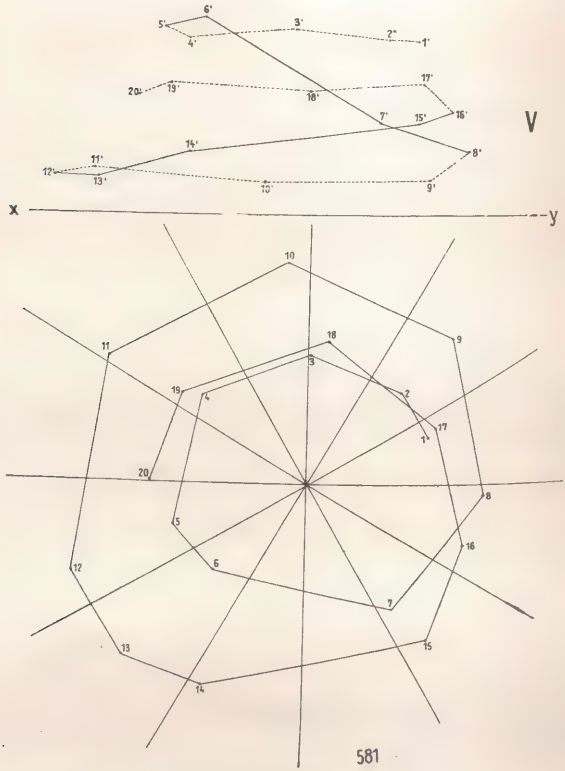


Fig. 581.

La figure 582 est à la page 568.

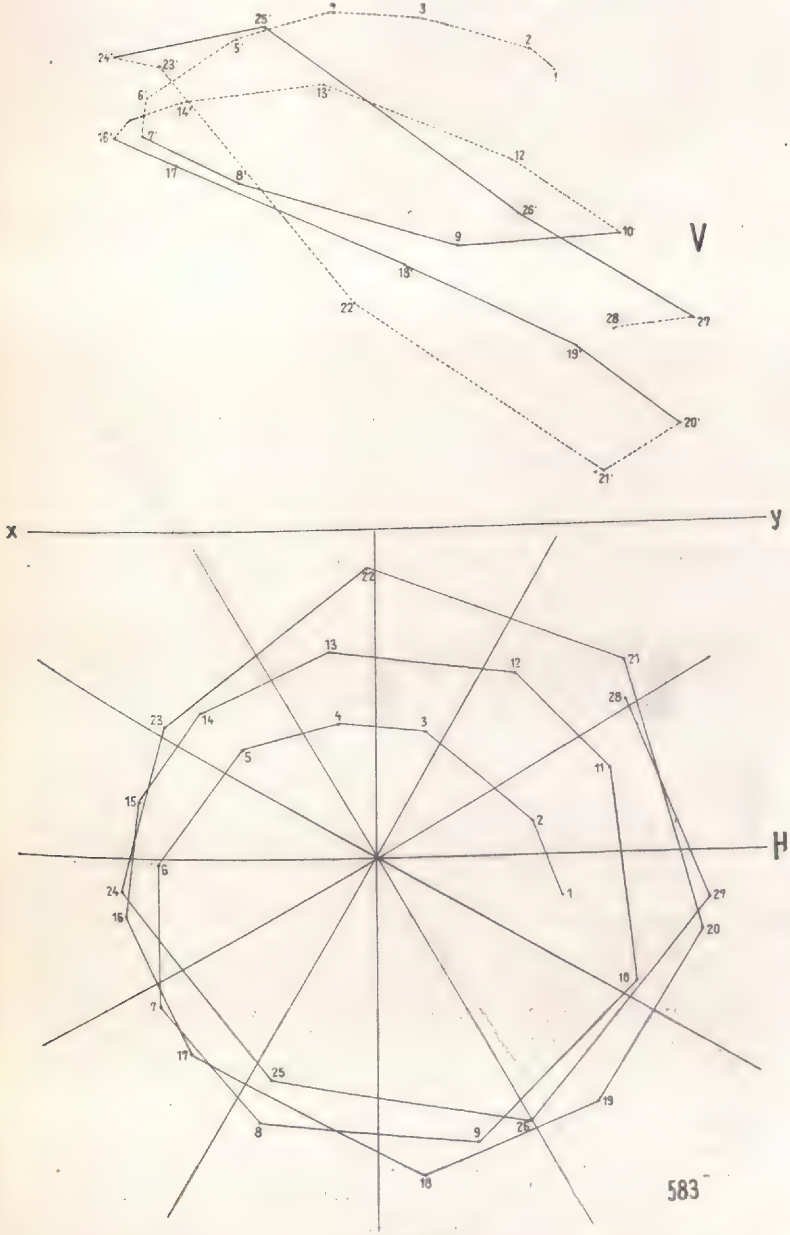


Fig. 583.

tantôt très redressé (fig. 587) ; enfin, dans les figures 584-585, on voit les conformations de l'extrémité d'une troisième jeune plante.

L'épure 579 ainsi que le tracé 580 montrent l'abaissement et le relèvement d'une branche latérale d'*Ipomœa purpurea*. Après s'être enroulée sur un support vertical, cette branche,

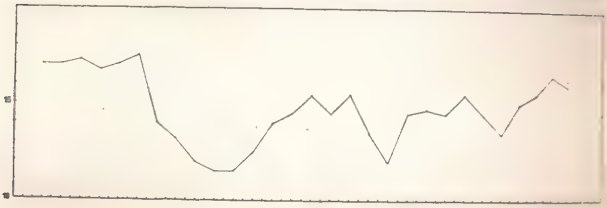
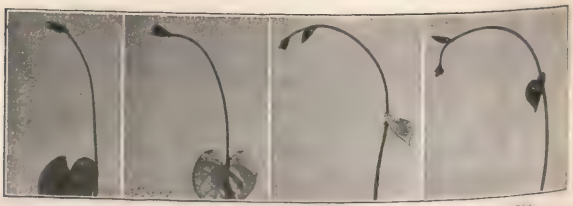


Fig. 582.

longue d'à peu près 80 centimètres, avait dépassé le sommet de son appui et faisait des nutations révolutives libres.

L'épure 581 et le tracé 582 font voir les mêmes phénomènes, présentés par une autre branche du même individu. On peut encore constater les mêmes faits sur l'épure 583, qui se rapporte à un autre individu de cette espèce.

584 585 586



587 588 589 590

Fig. 584-590.

Il résulte de ces observations que, même lorsque l'extrémité d'une tige volubile n'a pas de support, les nutations révolutives qu'elle effectue ne sont pas symétriques, comme le

croyait Baranetzki, ni par rapport à l'horizon, ni par rapport à la portion verticale de la tige ; le plan général de chaque révolution est plus ou moins incliné tantôt vers le haut et tantôt vers le bas ; le chemin hélicoïdal, décrit par l'extrémité, n'est donc pas toujours montant, mais tantôt il monte, tantôt il descend.

OBSERVATION N° 48. — **Boussingaultia baselloides.**

(Épure : fig. 591.)

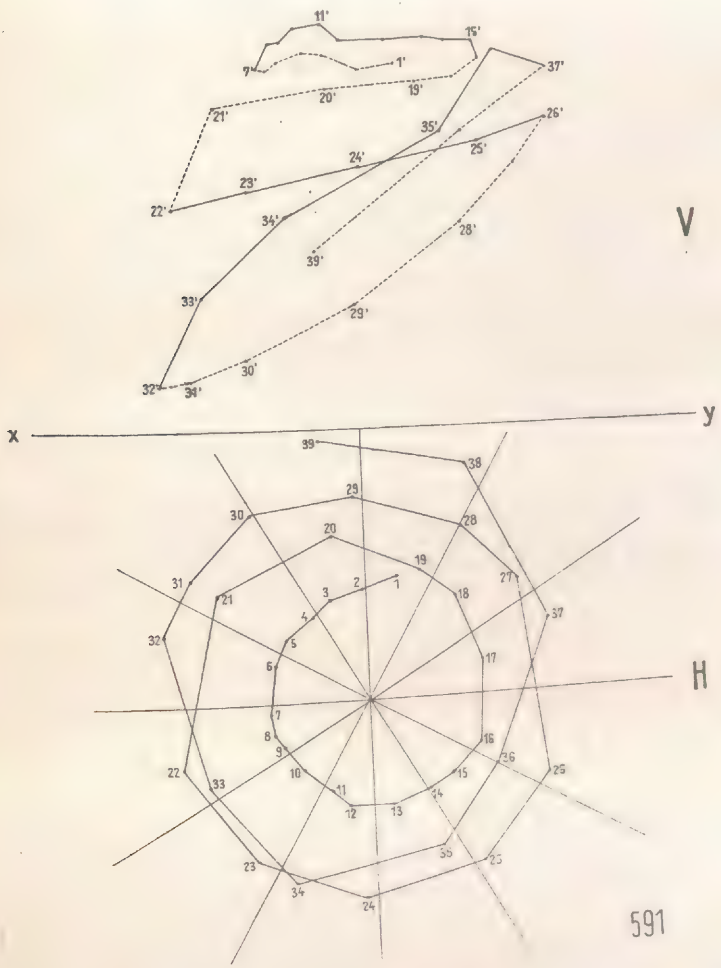


Fig. 591.

J'ai fait mes observations sur cette espèce pendant deux

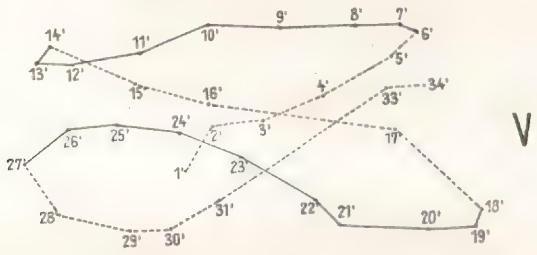
journées (le 21 et le 22 juin), de dix heures chacune ; je me suis servi d'une tige, issue directement de rhizome, ayant à peu près 35 centimètres de longueur et qui ne s'était pas encore enroulée, faute de tuteur. Au commencement, les révolutions de l'extrémité n'étaient pas très larges (fig. 591, points 1-19 du diagramme horizontale H), mais leurs amplitudes ont augmenté petit à petit, de sorte qu'à la fin de la seconde journée les diamètres des cercles décrits étaient à peu près deux fois plus grands qu'au début. Comme le montre la projection verticale V de l'épure 591, l'extrémité s'est abaissée et relevée ; pendant la première journée et durant la matinée de la seconde, l'extrémité a décrit deux tours et demi d'hélice descendante (fig. 591, points 1′-32′) ; je n'ai pas poursuivi les mouvements pendant la nuit ; ensuite l'extrémité a parcouru un chemin hélicoïdal ascendant (points 32′-39′). A la fin de l'expérience, l'extrémité de la tige se trouvait à peu près à la même hauteur (127 centimètres) qu'au commencement (120 centimètres). Puisque les abaissements sont toujours suivis par des relèvements, on ne peut pas supposer que l'abaissement est dû à l'allongement et au poids croissants de la portion inclinée et nutante ; en effet, comme le montre la projection horizontale, la longueur (donc le poids) de la portion inclinée a augmenté jusqu'à la fin de l'observation (la longueur a passé de 69 à 120 centimètres), ce qui n'a pas empêché le relèvement final de l'extrémité.

Observation n° 49. — **Humulus Lupulus.**

(Épure : fig. 592.)

Les observations ont été faites pendant deux journées de suite, sur une tige longue de 79 centimètres au début, ayant cinq entre-nœuds et qui auparavant avait circumnuté librement. Comparés aux chemins parcourus par la tige inclinée phototropiquement, dont j'ai parlé antérieurement (fig. 576), ceux de la tige de l'observation actuelle ont été assez réguliers. La première journée, l'extrémité a effectué (en treize heures) trois révolutions et demie, dont deux sont représentées sur l'épure 592 (points 1-34) ; la deuxième journée, elle en a fait trois (en 11 heures). Pour ne pas rendre la figure trop

confuse, je me suis contenté de représenter en projection verticale, V, une partie seulement du chemin hélicoïdal tracé



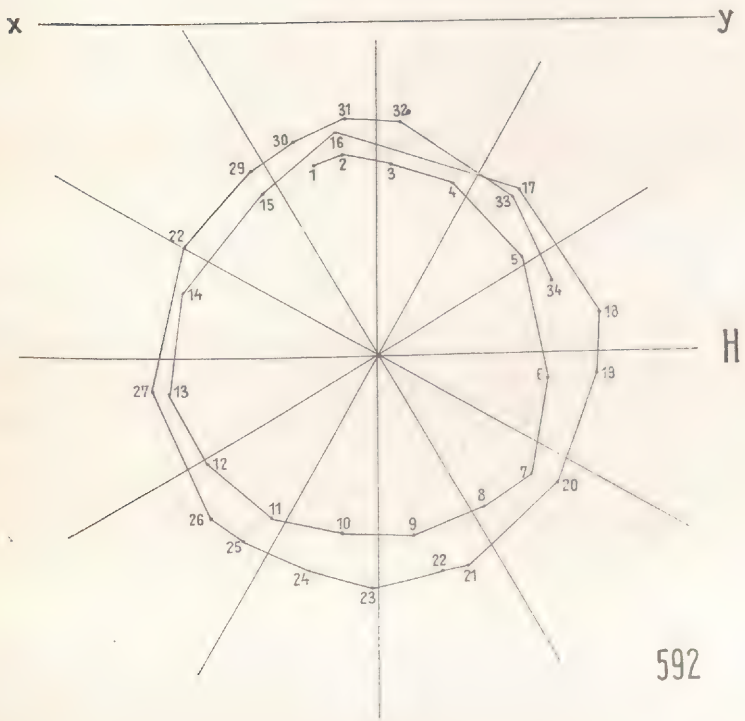


Fig. 592.

(points 1′-34′) ; en huit heures et demie de la première journée, l'extrémité s'est relevée et abaissée plusieurs fois.

Observation n° 50. — **Dioscorea Batatas.**

(Épure : fig. 593).

J'ai poursuivi et enregistré les nutations révolutives de l'Igname de Chine durant trois journées, d'à peu près dix

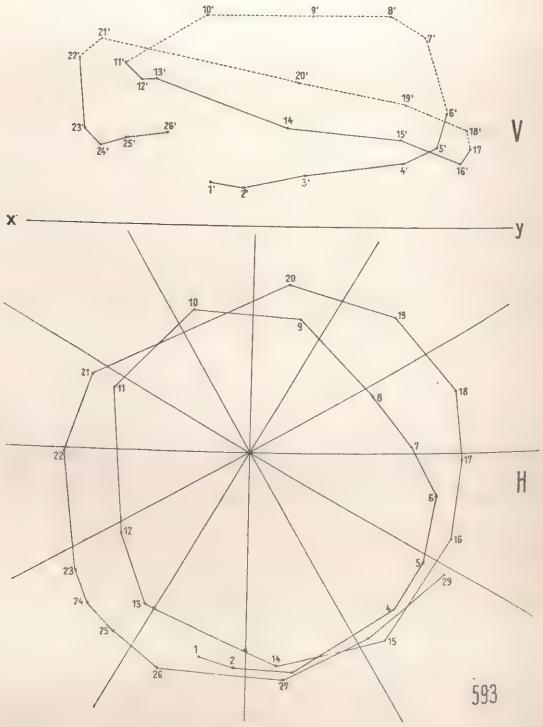


Fig. 593.

heures et demie chacune. La tige, issue directement d'un gros rhizome (long de 40 centimètres), avait une longueur d'un mètre; elle n'avait pas eu de tuteur, et auparavant elle

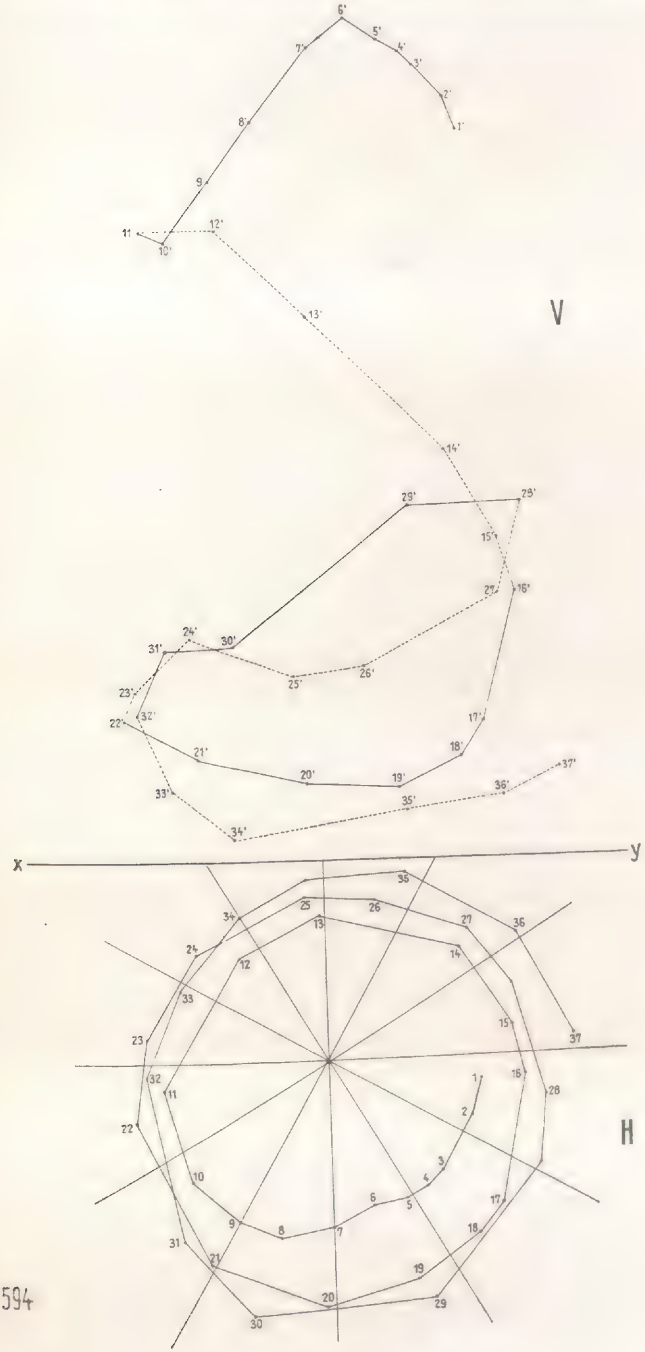


Fig. 594.

avait effectué des nutations libres. J'ai placé le disque divisé de sorte qu'au-dessus de lui il restât une portion de tige longue approximativement de 40 centimètres. L'épure montre la marche tout à tour ascendante et descendante du chemin hélicoïdal parcouru.

Observation nº 51. — **Lonicera Periclymenum.**

(Épures : fig. 594-595.)

Les observations ont été effectuées simultanément sur cinq branches appartenant à cinq plantes différentes, au mois de mai, dans la partie boisée du laboratoire de biologie végétale de Fontainebleau ; tout autour, les plantes étaient uniformément éclairées, mais c'est la lumière qui venait d'en haut qui était la plus intense ; il n'y avait donc pas à craindre une action phototropique latérale sur les tiges. Les épures montrent la marche des nutations révolutives ; comme dans les espèces précédemment décrites, on voit des abaissements et des relèvements successifs de l'extrémité circumnutante, à cette différence près que les abaissements sont parfois ici plus prononcés (épures 594 et 595).

Observation nº 52. — **Akebia quinata.**

(Épures : fig. 596-598.)

Sur l'*Akebia quinata*, je n'ai fait des observations qu'au commencement du mois d'avril, lorsque la température était encore assez basse, le minimum descendant pendant la nuit, jusqu'à — 3º, le maximum, pendant le jour, ne dépassant pas + 14º,5. Comme je faisais mes observations dehors, dans le jardin du laboratoire, la croissance était faible, donc les mouvements assez lents ; parfois l'extrémité de la tige ne faisait qu'un peu moins d'une révolution pendant une journée (par exemple le 8 avril) et à peine un quart de révolution pendant la nuit (nuit du 7 au 8 avril) ; d'autres fois, lorsque la température était plus élevée, la plante effectuait une révolution et demie pendant le jour et une pendant la

nuit. Une série d'observations a duré quatorze jours ; je repro-

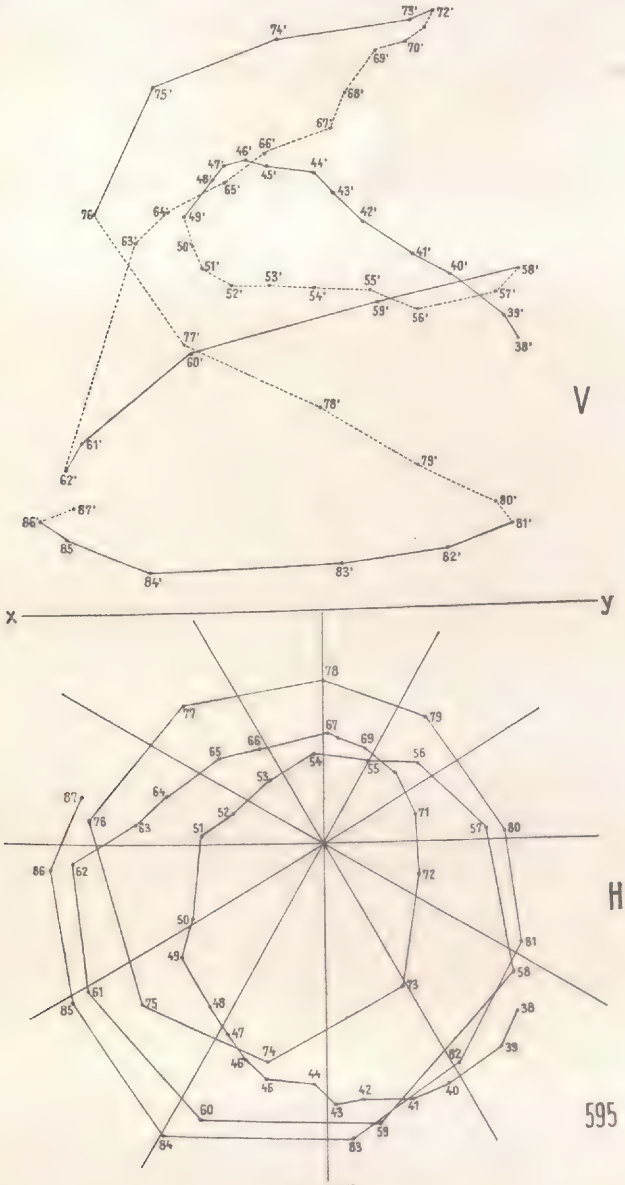


Fig. 595.

duis dans l'épure 596 les mouvements d'une journée (14 avril) ; on y voit que, durant dix heures et demie, le chemin parcouru

a été exclusivement descendant. Une autre série d'observations a été poursuivie pendant neuf jours ; à titre d'exemple, je représente dans les épures 597 et 598 les mouvements

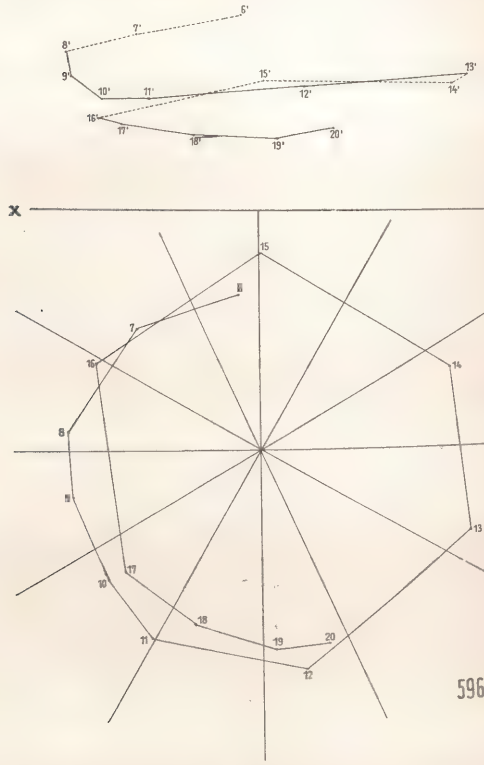


Fig. 596.

accomplis pendant les journées du 14, du 16 et du 17 avril ; dans l'une (épure 597), le chemin hélicoïdal reste descendant pendant toute la journée ; dans l'autre (épure 598) sont reproduites les révolutions de deux journées successives (le pointillé entre les points 47 et 48 représente le court che-

min parcouru par la pointe de la tige pendant la nuit du 16 au 17 avril, lorsque la température minimum a été — 1°,5). Sur la projection verticale, V, de cette dernière épure, on voit

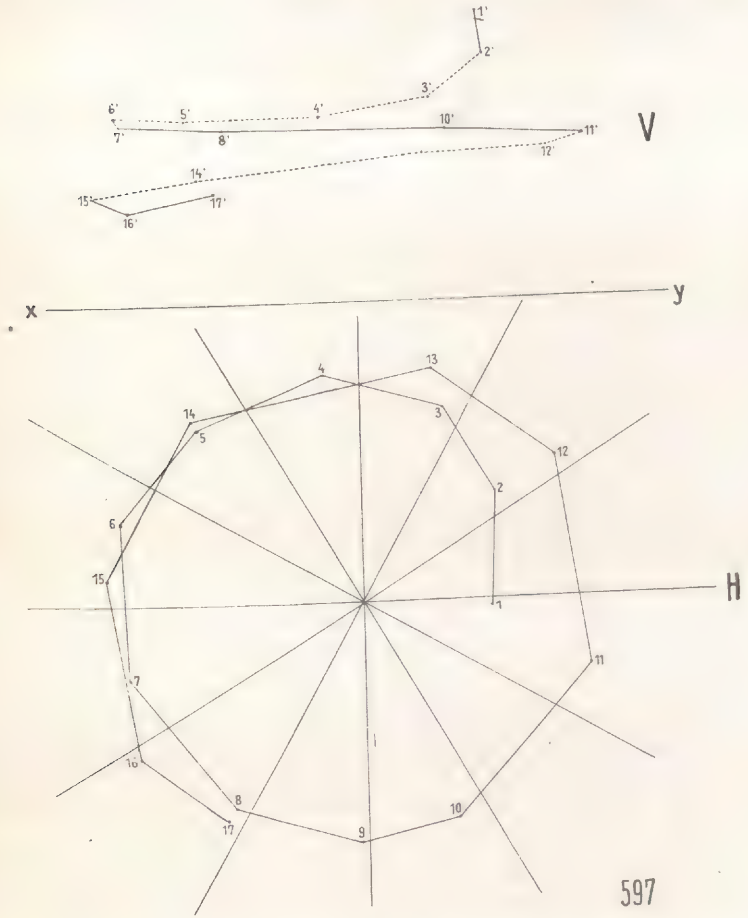


Fig. 597.

que le chemin hélicoïdal tracé par la pointe de la tige est descendant le premier jour (points 42′-47′), tandis que, dans le courant de la seconde journée, il est d'abord ascendant (points 48′-51′), pour descendre ensuite (points 51′-53′) et remonter encore une fois (points 53′-55′).

OBSERVATION N° 53. — **Akebia quinata.**

(Épures : fig. 599-600.)

Je rapporterai encore les résultats d'une autre série d'observations faites sur l'*Akebia quinata*, parce qu'ils paraissent,

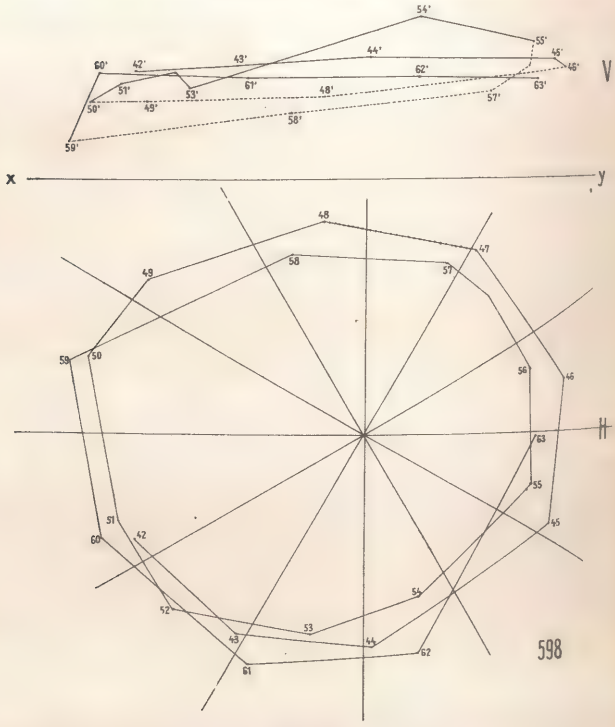


Fig. 598.

au premier abord, ne pas ressembler à ceux que j'ai obtenus dans le cas précédent. Je me suis servi d'une jeune branche, ayant à peu près 41 centimètres de longueur. Comme au début des expériences la température était encore assez basse et

que le temps était mauvais, j'avais transporté mes plantes dans une chambre, où la température a été, en moyenne, de + 15° et variait assez peu ; cette chambre était très bien

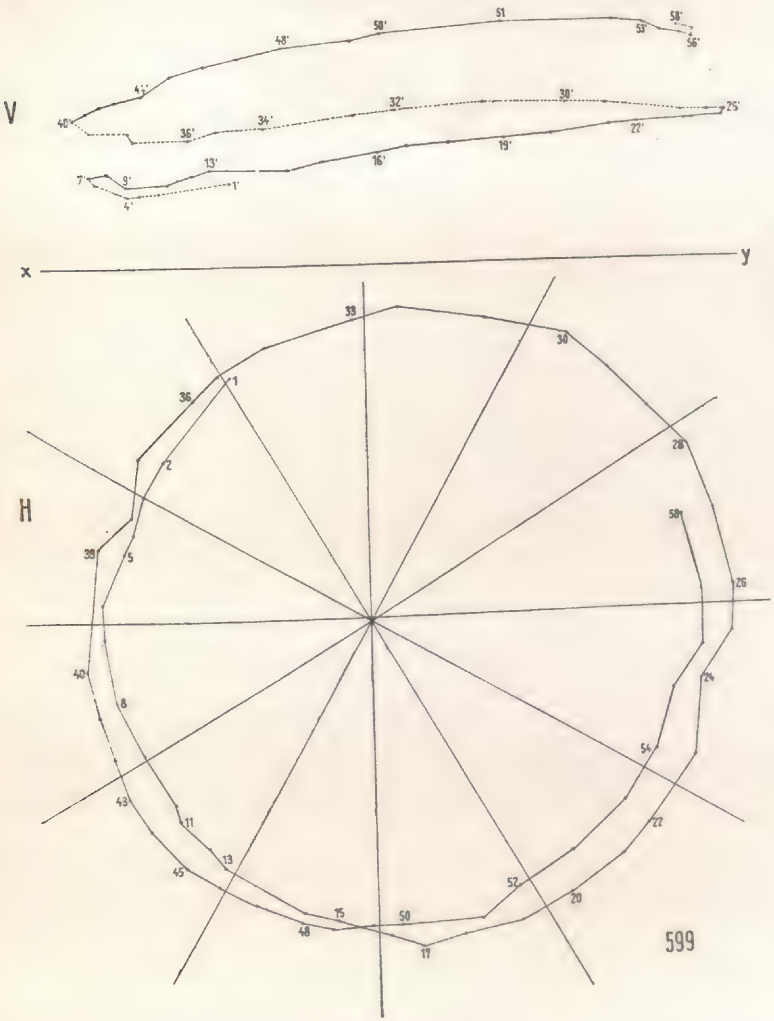
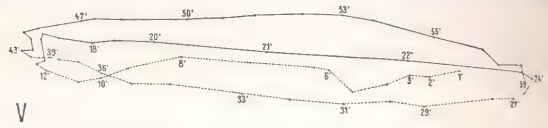


Fig. 599.

éclairée, mais ne recevait pas la lumière également de tous les côtés ; la plante était placée près d'une grande fenêtre ; le phototropisme ne s'est manifesté que peu le premier jour, comme le montre la régularité des cercles décrits par la pointe

de la tige (projection horizontale H de l'épure 599). Étant



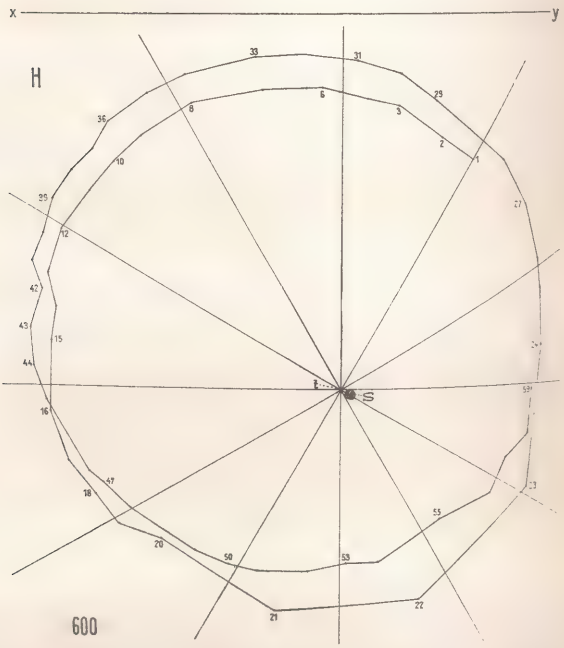


Fig. 600.

données la température assez basse ainsi que la faible assimilation, la croissance était peu active et les mouvements assez

lents ; l'extrémité de la tige n'a effectué, en dix heures et demie, qu'une révolution trois quarts ; durant tout ce laps de temps, le sommet de la tige a parcouru un chemin hélicoïdal *toujours montant* (projection verticale V de l'épure 599).

Si l'action unilatérale de la lumière ne s'était pas fait sentir, il est vraisemblable que l'extrémité de la tige aurait parcouru, le lendemain, un chemin descendant ; c'est ce qui est arrivé effectivement. Malheureusement, dès le second jour, le phototropisme s'est manifesté nettement et a faussé les résultats ; en effet, la portion orthotrope de la tige s'est inclinée vers la fenêtre, et alors, quoique son extrémité décrivît des révolutions assez régulièrement circulaires, les cercles étaient excentriques, et naturellement le chemin hélicoïdal montait et descendait tour à tour. Ce chemin descendait lorsque l'extrémité de la tige était dirigée vers la fenêtre (fig. 574 et épure 600, points 1′-13′ et points 24′-43′ de la projection verticale V) et montait lorsque le sommet de l'organe était tourné vers le fond de la chambre (fig. 575 ; épure 600, points 13′-24′ et points 43′-59′).

Observation n° 54. — **Phaseolus multiflorus.**

(Fig. 601-603.)

Dans cette espèce de *Phaseolus*, l'abaissement et le relè-

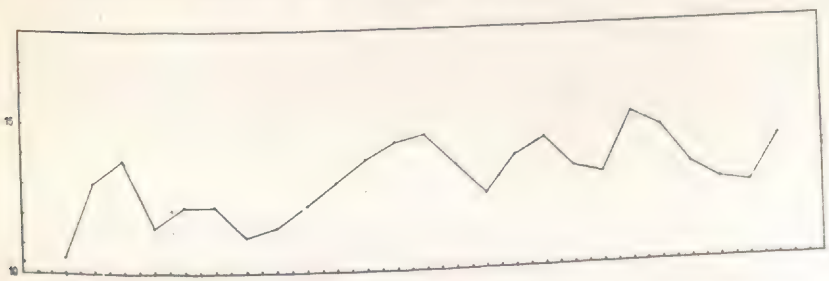


Fig. 601.

vement alternatifs du sommet circumnutant de la tige sont très faciles à voir ; le relèvement va, quelquefois, comme

Fig. 602.

l'avait déjà constaté Voss (1), jusqu'au redressement à peu près vertical de l'extrémité.

J'ai poursuivi mes observations pendant trois journées successives, sur une tige longue de 2 mètres, qui, après avoir effectué un grand nombre de tours sur un tuteur vertical, avait dépassé le sommet de celui-ci et faisait depuis quelques jours des nutations révolutives libres. Le tracé 601 représente l'allure des abaissements et des relèvements pendant une demi-journée ; dans l'épure 603, on voit la projection horizontale H qui est assez régulière, ainsi que le chemin hélicoïdal tour à tour ascendant et descendant suivi par la pointe de la tige.

J'ai répété les observations pendant trois journées du mois de juillet, sur une jeune plante, longue de 40 centimètres, qui n'avait pas encore de tuteur ; les résultats sont semblables à ceux mentionnés ci-dessus (Voir le tracé 602).

Observation n° 55.

Thunbergia alata.

(Fig. 604-605.)

J'ai eu à ma disposition une jeune plante, possédant huit paires de feuilles, ayant une hauteur de 75 centi-

(1) Voss, Neue Versuche über das Winden des Pflanzenstengels (*Botanische Zeitung*, Bd. LX. 1902, p. 243).

mètres, qui avait contourné huit fois son support vertical et dont l'extrémité avait longuement dépassé le bout supérieur

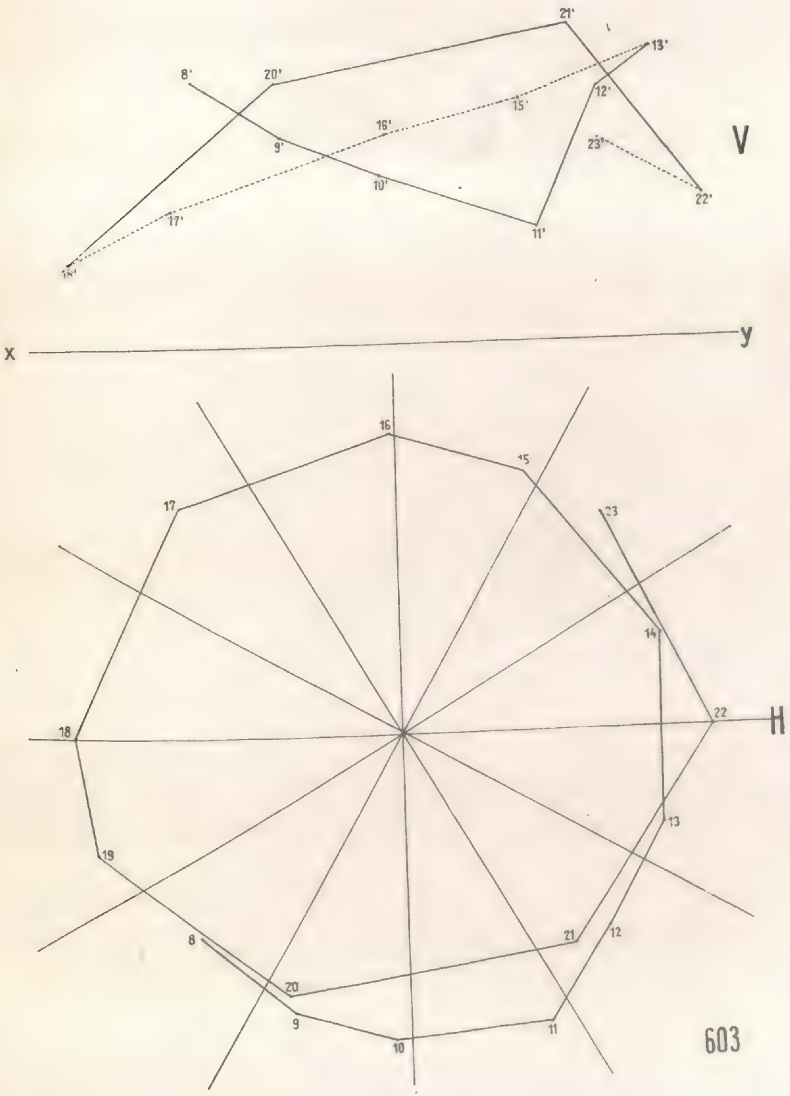


Fig. 603.

de l'appui. Après m'être convaincu que la tige a commencé à effectuer des nutations révolutives tout à fait libres et nullement incommodées par le tuteur, j'ai commencé les

observations que j'ai poursuivies pendant dix heures. L'épure

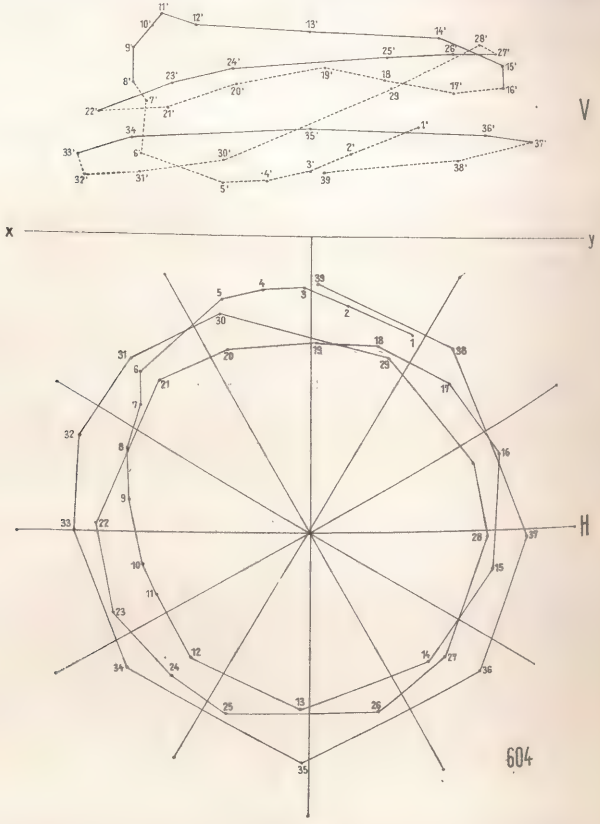


Fig. 604.

604 et le tracé 605 montrent très nettement les abaissements et les relèvements du sommet de la tige.

Conclusions.

Les nutations révolutives effectuées librement (sans entrave du support) par l'extrémité des tiges volubiles ne sont pas aussi symétriques ni par rapport à l'horizon, ni par rapport à l'axe vertical et immobile de l'organe, que le pensent certains auteurs ; à cause de l'abaissement et du relèvement

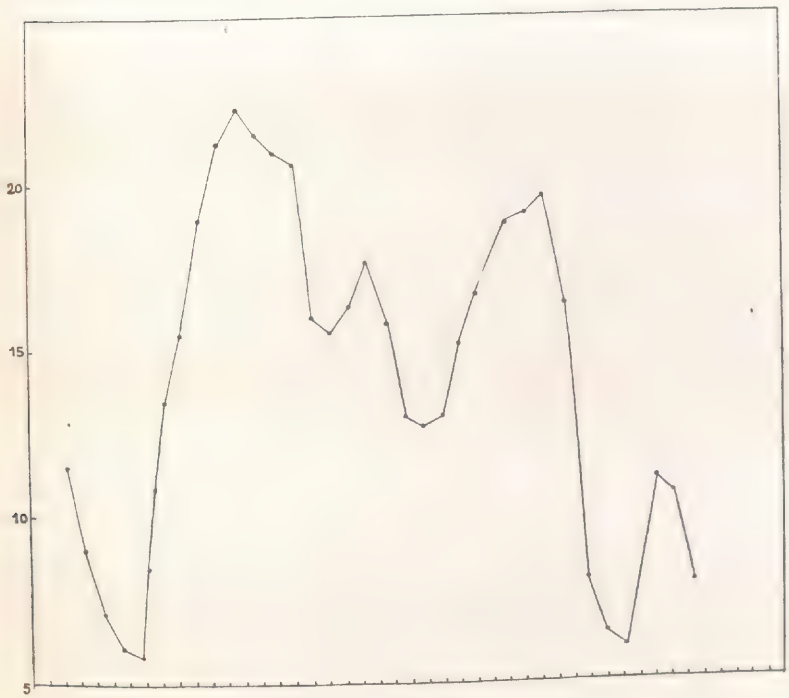


Fig. 605.

successifs, le chemin parcouru par la pointe est irrégulier, et l'hélice tracée est tantôt ascendante, tantôt descendante.

D'autre part, en projection horizontale les cercles décrits sont, généralement, assez réguliers ; ce n'est que lorsque l'extrémité de la tige se redresse plus ou moins verticalement que ces cercles deviennent excentriques, comme on peut le voir dans l'épure 595 (*Lonicera periclymenum*) et dans la figure 4 de Voss (1).

(1) Voss, *loc. cit.*, p. 244.

Ajoutons que, d'après Voss, au fur et à mesure que le sommet de *Bowiea volubilis* se redresse, la vitesse du mouvement de nutation diminue, et, lorsque le sommet devient vertical, le mouvement peut disparaître complètement. Parfois le sommet reste vertical, négativement géotropique, pendant trente-six heures, quoique la croissance de la tige soit très active (1). Remarquons que le redressement presque vertical est un phénomène peu fréquent ; il est vrai que, dans ce cas, les mouvements sont souvent beaucoup plus ralentis, mais je n'ai jamais pu constater un arrêt complet des nutations révolutives. C'est ainsi que, de trois individus différents de *Lonicera Periclymenum*, mis en observation simultanément et dans les mêmes conditions extérieures, deux, dont les extrémités s'abaissaient et se relevaient modérément (Voir les épures de l'observation nº 51) ont effectué, en dix heures, une révolution et demie, tandis qu'un troisième individu, dont l'extrémité s'était redressée presque verticalement, n'a fait, dans le même temps, que les trois quarts d'une révolution.

Je ne saurais contester les observations de Voss, mais je me demande si l'arrêt *complet* du mouvement révolutif de la tige redressée du *Bowiea volubilis* ne coïncidait pas avec le moment où a lieu le changement de la direction des révolutions ; cet auteur avait observé, en effet, que les tiges de cette plante, normalement volubiles à gauche, peuvent intervertir le sens de leur mouvement. J'ai observé le même fait (arrêt momentané du mouvement) dans les tiges du *Loasa lateritia* au moment où ces tiges changent le sens de leur enroulement.

D'ailleurs, les faits que je viens d'observer ne paraissent pas avoir passé inaperçus ; Ch. Darwin (2) s'exprime de la manière suivante : « Dans un très grand nombre de cas, le sommet trace non pas un cercle, mais une ellipse, même une ellipse très étroite. Si nous supposons seulement que les surfaces du jeune plant exposées au nord et au midi

(1) Voss, *loc. cit.*, p. 247.

(2) Ch. Darwin, Les mouvements et les habitudes des plantes grimpantes, 1877, p. 15-16.

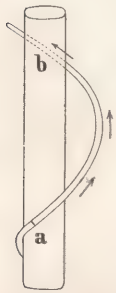
s'accroissent alternativement avec rapidité, le sommet décrira un simple arc de cercle ; si l'accroissement se propageait d'abord très peu vers la face ouest et pendant le retour très peu vers la face est, une ellipse étroite serait décrite, et le jeune plant serait *vertical* dans l'espace intermédiaire ; fréquemment ce mouvement est tel que trois des bords de la tige semblent croître régulièrement avec plus de rapidité que le quatrième, de sorte qu'un demi-cercle, au lieu d'un cercle, est décrit, la tige étant verticale et rectiligne pendant la moitié de sa course. »

En réalité, le sommet de la tige des plantes volubiles décrit une hélice irrégulière tantôt montante et tantôt descendante.

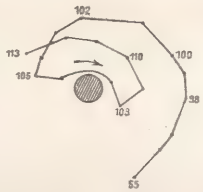
TROISIÈME PARTIE

ENROULEMENT SIMPLE ET ENROULEMENT GRIMPANT MOUVEMENT DE PRÉHENSION

D'après Schwendener (1), la production et la fixation des enroulements (des tours) sont l'effet de ce qu'il a appelé *mouvement de préhension : Schwendener ist der Meinung dass beides, Zustandekommen und Fixirung der Windungen, durch Greifbewegung bewirkt wird* (2). D'après cette théorie ingénieuse, présentée par ce savant avec une adresse et un talent remarquables, le mouvement de préhension aurait deux effets concomitants.



606



607

Fig. 606-607.

Premier effet. — Supposons (fig. 606) que l'extrémité *b* d'une tige qui s'enroule à gauche et qui est, pour ainsi dire, fixée en *a*, soit amenée, par la nutation révolutive, au contact du support ; elle exerce sur l'appui une pression facile à constater ; dans ce cas, l'arc *ab* tient le support comme si l'on tenait un objet cylindrique entre le pouce et l'index (3) ; en même temps, le sommet *b* de la tige.

(1) Schwendener, Ueber das Winden der Pflanzen (*Gesammelte botanische Mitteilungen*, Bd. I, 1898, p. 405-412) ; Zur Wortmann'schen Theorie des Windens (*Sitzungsb. der Berliner Akademie der Wissenschaften*, Bd. XXXVIII, 1886, p. 663-672). — Ambronn, Zur Mechanik des Windens, I Theil (*Berichte der math.-phys. Classe d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss.*, 1884, p. 47 du tirage à part).

(2) Kolkwitz, Beiträge zur Mechanik des Windens (*Ber. bot. Ges.*, Bd. XIII, 1895, p. 496 et 515).

(3) Schwendener, *loc. cit.* (*Ges. Mitt.*, p. 406).

toutes les fois qu'il est pressé contre le tuteur, exerce sur la portion qui se trouve immédiatement au-dessous de lui une traction mécanique ; alors le point de contact, qui était en *a*, doit se déplacer peu à peu *sinistrorsum*, c'est-à-dire dans le sens de la flèche ; par ce mouvement, l'arc *ab* se rapproche de son appui, à savoir en commençant par la base (1) ; l'espace compris entre le tuteur et l'arc diminue et, parfois, peut disparaître complètement ; dans ce dernier cas, l'arc *ab* se trouve appliqué, par toute sa longueur, sur l'appui (2).

Deuxième effet. — D'autre part (3), le mouvement de préhension dans l'enroulement se manifeste par la production d'une torsion antidrome ; cette torsion se produit grâce à la pression qu'exerce la pointe *b* sur le support ; elle est d'autant plus énergique que ladite pression est plus intense (4); la torsion antidrome serait indispensable à l'enroulement sur un tuteur (5), car cette torsion en sens contraire du mouvement de nutation aurait pour résultat d'amener le côté concave de la région mobile à regarder toujours désormais l'axe du support (6).

Sans entrer dans des considérations théoriques, je me permettrai de faire à la manière de voir de Schwendener quelques objections fondées sur mes propres observations.

A. — Premier effet du mouvement de préhension.

Examinons d'abord le premier effet attribué par l'éminent botaniste au mouvement de préhension. Schwendener dit que, pour mettre en évidence cet effet, on peut se servir d'un arc élastique, en métal, incliné d'à peu près 45° sur l'horizon,

(1) Schwendener, *loc. cit.* (*Ges. Mitt.*, p. 407).

(2) Voir aussi W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Bd. II, 1904, p. 403.

(3) Schwendener, *loc. cit.* (*Ges. Mitt.*, p. 408). — Kolkwitz, *loc. cit.*, p. 510 et 516. — Ambronn, *loc. cit.*, p. 6.

(4) Kolkwitz, *loc. cit.*, p. 511.

(5) Kolkwitz, *loc. cit.*, p. 516, en note. — Ambronn, *loc. cit.*, I Theil, p. 5 : « Sowohl scheinbare als wirkliche antidrome Torsionen unbedingt nothwendig für das Zustandekommen von Schraubenwindungen um eine Stütze. »

(6) Voir également : Sachs, Traité de botanique, 1874, p. 1014. — Kohl, *Jahrb. für wiss. Botanik*, Bd. XV, 1884, p. 333.

dont l'extrémité inférieure est fixée à un support cylindrique vertical et sur l'extrémité libre duquel est appliquée une force qui agit horizontalement (1) ; or, ayant fait à peu près une centaine d'observations sur les plantes volubiles les plus diverses, j'ai vu que l'extrémité mobile de la tige ne se comporte pas conformément à la théorie de Schwendener. Voici deux sortes d'exemples :

1° *Apios tuberosa* (Voir l'observation n° 14). — Les figures auxquelles je me rapporterai sont des copies fidèles de photographies. Considérons la pointe de la tige lorsqu'elle se trouve dans la position représentée par la figure 202 : cette position est marquée sur le diagramme 607 par le point 105 ; à ce moment, la courbure du sommet de la tige se trouve dans un état de préhension typique ; le crochet touche son support en deux points et le tient comme si c'était entre le pouce et l'index, pour nous exprimer comme Schwendener ; l'extrémité inférieure *a* (fig. 202) de l'arc est fixe, tandis que l'extrémité libre *b* s'appuie et exerce une pression très appréciable sur le tuteur ; cependant, au lieu d'observer l'effet admis par la théorie, c'est-à-dire au lieu de voir la portion inférieure de l'arc *ab* entraînée vers le support et autour de celui-ci [*herbei und um die Stütze gezogen* (2)], on constate un phénomène inverse ; comme le montre la série des figures 202-205 et les points 105-108 du diagramme 607, l'extrémité supérieure de l'arc, tout en s'appuyant fortement sur son tuteur, glisse dans la direction de la flèche ; le résultat de la pression est donc que la partie inférieure de l'arc s'écarte du support au lieu de s'en rapprocher ; l'explication de cet écartement est très facile à donner, d'après ce que nous avons vu dans la première partie de ce mémoire ; en effet, à ce moment la pointe de la tige qui est en train d'effectuer une nutation révolutive à côté de son appui se trouve dans la phase de « recul » ; la région mobile s'éloigne donc du support (fig. 203-206 et points 107-109 du diagramme 607), *malgré l'état de préhension et en dépit de la production d'une torsion antidrome réelle* ; cet écartement se répète plusieurs fois de suite (Voy.

(1) Schwendener, *loc. cit.* (*Ges. Mitt.*, p. 408).
(2) W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Bd. II, 1904, p. 403.

par exemple les diagrammes 186-189). Donc, ce ne sont pas les deux facteurs supposés par Schwendener et par ceux qui partagent sa manière de voir qui amènent le côté concave de cette extrémité mobile à regarder toujours l'appui. L'observation montre que c'est seulement la *nutation révolutive* qui produit, de temps en temps, ce résultat. La théorie de Schwendener ne me semble donc pas concorder avec les faits observés.

En résumé, c'est précisément pendant l'intervalle de temps où la région terminale de la tige se trouve dans la position de préhension que son sommet commence à s'éloigner du tuteur. Mais ce n'est pas tout ; c'est précisément quand l'extrémité *b* se trouve éloignée de l'appui, c'est-à-dire lorsqu'elle n'est plus dans la position de préhension, que la partie inférieure de la région mobile recommence à s'approcher de son support, à se courber et à s'appliquer à la surface de celui-ci ; cela a lieu pendant l'accomplissement de la phase d'« avancement » de la nutation révolutive latérale. On peut très bien constater ce fait en examinant et en comparant avec attention les figures 205-210 et les points 108-113 du diagramme 607.

Ce n'est donc que par la *nutation révolutive* que la partie inférieure de l'arc *ab* est entraînée vers le support, contre la surface duquel cette région s'applique étroitement. Comme les nutations révolutives latérales se succèdent, c'est par les actions répétées de ces nutations que les courbures provisoires se transforment en tours d'hélice définitifs, et non pas par les prétendues tractions mécaniques qui seraient, d'après Schwendener, l'effet de la pression de l'extrémité de la tige sur le support (1).

Ce que je viens de dire pour l'*Apios tuberosa* s'applique à toutes les plantes volubiles que j'ai étudiées ; on n'a, pour s'en convaincre, qu'à observer avec attention les nombreuses figures qui représentent la marche des nutations révolutives.

2° *L'enroulement simple.* — Je vais montrer maintenant par quelques expériences qu'il peut y avoir un enroulement sans que la position de préhension intervienne.

On dit habituellement que « le support ne doit pas être beaucoup plus gros que la longueur des tours que la pousse

(1) Schwendener, *loc. cit.* (*Ges. Mitt.*, p.408).

est capable de former en absence de tout support, afin que l'enroulement soit possible ; dans le cas contraire, le sommet cherche d'abord à accomplir son enroulement à côté du support trop large, puis cet enroulement s'efface (1) ».

A cela on peut répondre :

a. Lorsque le tuteur est trop épais, on ne peut pas dire que le sommet de la tige cherche à accomplir son « enroulement » (*Windung*) à côté du support trop gros ; en réalité, ce que fait la tige à côté d'un appui trop épais, ce sont les nutations révolutives latérales, que nous avons décrites dans l'un des chapitres précédents (Voir aussi la figure 608).

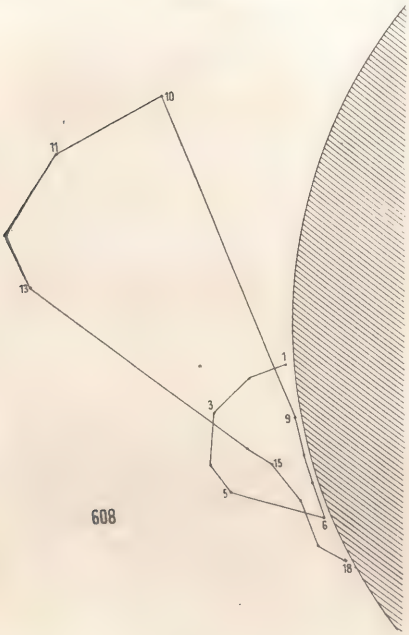


Fig. 608.

b. On ne peut pas dire non plus que l'enroulement s'efface. On affirme généralement, en effet, que les tiges volubiles ne sont pas capables de s'enrouler autour des supports dont le diamètre dépasse une certaine grandeur, variable suivant les espèces. Mais, à ce point de vue, il y a une distinction impor-

(1) I. Sachs, Traité de botanique (traduit par Ph. Van Tieghem), 1874, p. 1016. — Pfeffer W., Physiologie végétale (traduit par J. Friedel), t. II, 1912, p. 408.

tante à faire et une définition à préciser ; en effet, lorsqu'on parle d'enroulement (*die Windung*, *the Twining*) des tiges volubiles, on entend toujours ce que je désignerai par le mot *enroulement grimpant* (enroulement montant ou ascendant). Mais j'ai trouvé qu'il peut également se produire ce que je nommerai *enroulement simple* ; dans ce dernier cas, la tige contourne régulièrement un tuteur extrêmement épais, à cette différence près que les tours successifs restent sur le même plan, à la surface du sol ; c'est comme une hélice écrasée, la tige ne pouvant pas saisir son appui ; dans l'*enroulement grimpant*, au contraire, l'extrémité nutante de la tige saisit son tuteur, l'embrasse et l'enserre.

Je rapporterai ici quelques observations qui montreront qui, si les tiges volubiles ne peuvent pas s'enrouler en grimpant, elles sont, cependant, capables de s'enrouler autour des supports extrêmement épais.

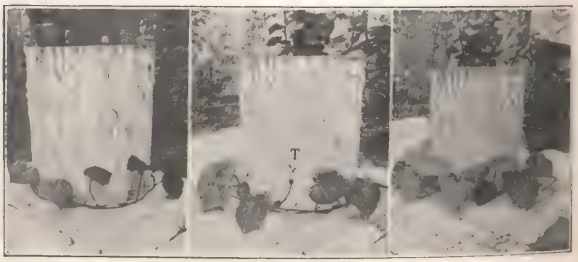
Observation nº 56. — **Ipomœa purpurea.**

(Projections horizontales : fig. 608, fig. 609-614.)

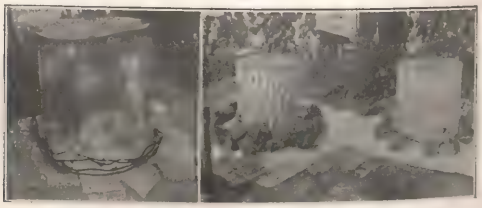
Le point de départ de mes expériences a été la pensée que la nutation révolutive pourrait suffire à déterminer une tige volubile à s'enrouler et que les autres facteurs qui peuvent intervenir jouent un rôle secondaire.

D'après mes observations, une tige, même très vigoureuse, d'*Ipomœa purpurea*, dont la croissance est très active, ne parvient pas à s'enrouler *en grimpant* sur un tuteur dont le diamètre est supérieur à 10 centimètres ; cependant la tige principale d'un *Ipomœa purpurea* qui, étant dépourvue de support, rampait à la surface de la terre, avait rencontré un tronc d'arbre coupé, dont la circonférence était de $1^{m},70$. J'ai constaté que le sommet de la tige se dressa contre le tronc, à côté duquel il faisait des nutations révolutives continuelles (fig. 608) ; de temps en temps, lorsqu'il s'était trop allongé, il se penchait et même quelquefois il tombait à terre, par suite de son propre poids, non sans relever ensuite son extrémité jeune ; j'ai vu alors que, tout en se comportant comme je viens de le dire, la tige commença à contourner le tronc d'arbre

(fig. 609), mais elle ne le fit que sur le même plan, la surface du sol ; lorsque le premier tour eut été achevé, j'ai cru qu'il l'avait été par hasard ; mais, plus tard, j'ai constaté que la tige continuait son enroulement et, au bout de cinq jours, elle fit encore un demi-tour (fig. 610) ; sur cette figure on voit l'extrémité dressée T de la tige ; c'est la position qu'elle a gardée la plupart du temps. Au bout de cinq autres jours, la tige avait achevé deux tours (fig. 611) ; après dix-sept jours,



609 610 611



612 613 614

Fig. 609-614.

elle avait effectué trois tours (fig. 613) ; enfin, au bout de quarante jours, depuis le commencement, la tige avait contourné quatre fois et demie le tronc. Pendant tout ce temps, j'enlevais soigneusement toutes les branches latérales et tous les axes floraux, afin que le sommet de la tige principale ne fût pas incommodé dans ses nutations révolutives. La figure 612 montre la tige enroulée, mais dont les feuilles ont été enlevées.

Une autre tige d'*Ipomœa purpurea*, placée à côté d'un tronc d'arbre, ayant une circonférence d'à peu près 1m,75, s'est comportée de la même manière, mais, comme elle était plus faible, elle ne fit, en vingt-cinq jours, que deux tours (fig. 614).

Observation nº 57. — **Humulus Lupulus.**

(Fig. 615-624.)

Avec cinq tiges de Houblon, les résultats ont été tous semblables à ceux obtenus avec l'*Ipomœa purpurea*.

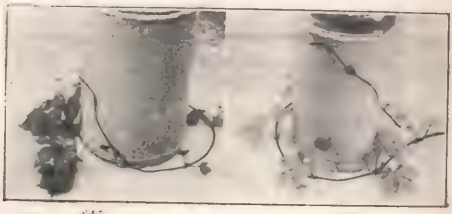
Tige A. — Une tige longue, au début, de 1m,32, a été fixée, le 4 mai, à côté d'une large cloche en verre ayant un diamètre de 22 centimètres ; jusqu'au 17 mai, la tige a fait un tour (fig. 615) ; le 20 mai, un tour et demi était accompli ; sur la figure 616 on voit l'extrémité se serrer contre le support, grâce aux aspérités de la toile qui recouvre la cloche et aux poils en navette de la tige ; le 28 mai, il y avait deux tours complets (fig. 617) ; le 21 juin, cinq tours (fig. 618) ; jusqu'à la fin de l'expérience (20 juillet), la tige avait accompli six tours et demi ; la figure 619 (Voy. aussi la figure 623, à gauche) montre que les tours effectués sont assez régulièrement arrondis.

Tige B. — Au commencement, cette tige était longue de 1m,65 ; placée, le 15 mai, à côté d'un appui ayant une circonférence de 80 centimètres, elle a fait, jusqu'au commencement du mois de juillet, quatre tours et demi. Sur la figure 621, on voit l'état d'enroulement au bout de cinq jours.

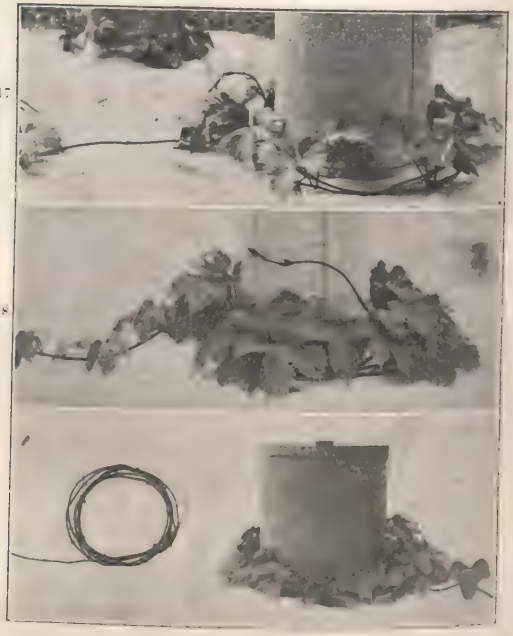
Tige C. — Cette tige longue, au début, de 1m,35, a effectué trois tours et demi autour d'un tronc de Hêtre recouvert de papier et ayant une circonférence de 88 centimètres. La durée de l'expérience a été de quarante-cinq jours.

Tige D. — Une autre tige, longue de 1m,30, a été fixée à côté d'un panier cylindrique recouvert de papier et ayant une circonférence de 1m,38 ; elle a effectué quatre tours jusqu'à la fin complète de la végétation (fig. 622-623). A la fin de la végétation, quand la capacité de croissance a été très diminuée, l'extrémité de la tige a fait de nombreux tours d'hélice « libres », c'est-à-dire s'est contournée en forme d'hélice en dehors de l'appui.

Tige E. — Enfin une dernière tige de Houblon a été placée



615 616



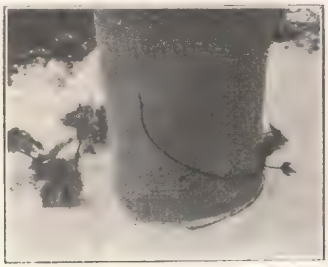
617

618

619 620

Fig. 615-620.

à côté d'un tronc de Pin, dont le pourtour était de 69 centimètres ; elle a contourné trois fois ce tronc (fig. 624).



621

Fig. 621-624.

Observation nº 58. — **Dioscorea Batatas.**

(Fgi. 620.)

Une tige très vigoureuse de cette plante, longue de 3m,72, a été placée à côté d'un cylindre en zinc, ayant 32 centimètres de diamètre. En cinq semaines, elle a effectué trois tours (fig. 620).

***

Pour que ces expériences réussissent bien, il faut : 1º qu'on se serve de tiges vigoureuses, en pleine capacité d'accroissement ; 2º au commencement, il vaut mieux fixer la tige à côté de son appui avec des crochets enfoncés dans la terre ; si on néglige de prendre cette précaution, la tige a la tendance à s'éloigner de l'appui et à s'égarer ; en effet, toutes les fois que, pendant l'accomplissement de ses nutations révolutives, l'extrémité dressée vient heurter le support, sa base, qui est simplement posée sur la terre, est écartée petit à petit, à chaque nutation ; 3º enfin il faut avoir soin de couper toutes les branches latérales qui pourraient se développr sur la portion enroulante de la tige ; ces branches gêneraient l'enroulement régulier, car c'est sur ces branches mêmes que la tige chercherait à s'enrouler.

Je n'ai pas fait d'essais avec d'autres espèces de plantes pour voir si le phénomène présente une certaine généralité. Ch. Darwin paraît avoir observé, lui aussi, un cas semblable, comme je crois pouvoir le déduire du passage suivant : « *Le Sphærostemma marmoratum* est une plante vigoureuse... ; quoiqu'elle fût en position de s'enrouler autour d'un tuteur de 15 centimètres, elle ne put le faire que *sur le même plan* et ne forma pas une hélice ascendante (1). »

En ce qui concerne la torsion des tiges qui s'enroulent sur de gros supports, j'ai constaté les faits suivants. Dans l'*Ipomœa purpurea* la torsion était homodrome, mais non pas très forte ; d'après la théorie et les expériences (2), cela prouve que

(1) Ch. Darwin, Les mouvements et les habitudes des plantes grimpantes. 1877, p. 49.

(2) R. Kolkwitz, Beiträge zur Mechanik des Windens (*Berichte d. botan. Gesellschaft*, Bd. XIII, 1895, p. 502).

l'extrémité de la tige, qui pendant l'accomplissement de ses nutations révolutives vient heurter le support, ne s'*appuie pas très longuement* sur celui-ci et que la torsion antidrome, produite pendant la pression sur le support, est anéantie par la torsion homodrome (1). Il en est de même pour les tiges de *Dioscorea Batatas*. Au contraire, sur les tiges de *Humulus Lupulus*, surtout sur celles qui contournaient des tuteurs à surface rugueuse, on observait parfois une torsion homodrome; parfois la torsion manquait ; enfin d'autres fois il y avait une torsion antidrome nette ; comme la tige de Houblon est recouverte de poils silicifiés en navette, disposés obliquement sur des émergences, et que les pointes de ces poils s'accrochent facilement, comme des griffes, au support, la tige est obligée de s'appuyer en roulant plus longuement à la surface de celui-ci ; cela provoque, bien entendu, une torsion antidrome plus accentuée. Donc, pendant l'*enroulement simple*, tout comme pendant l'*enroulement grimpant*, il peut se produire une torsion antidrome.

Dans le diagramme 608 sont représentées, en projection horizontale, deux des nutations révolutives effectuées par la tige d'*Ipomœa purpurea* à côté de son appui.

De ce qui précède, il résulte que, dans l'enroulement grimpant, l'extrémité de la tige *saisit et dessaisit alternativement* son tuteur, tandis que, dans l'enroulement simple, elle ne fait que heurter, buter l'appui.

En résumé :

Même lorsque le diamètre du tuteur est trop grand pour pouvoir être embrassé, saisi, tenu en deux points par la portion nutante de la tige (mouvement de préhension), cette tige est capable de s'enrouler autour de ce tuteur. Cela prouve que la nutation révolutive est suffisante pour produire l'enroulement et que le mouvement de préhension n'est pas indispensable ; le mouvement de préhension n'est nécessaire que pour *faire grimper* la tige qui s'enroule.

(1) R. Kolkwitz, *loc. cit.*, p. 512.

B. — Second effet attribué au mouvement de préhension.

Examinons maintenant le second effet attribué par Schwendener au mouvement de préhension.

En ce qui concerne le mécanisme de la production de la torsion antidrome, tous les auteurs sont d'accord ; le phénomène est facile à constater et il a été très bien mis en évidence par les observations de Kolkwitz (1). En effet, toutes les fois que le sommet de la tige se trouve dans la position de préhension, on observe la formation d'une torsion antidrome réelle sur la portion de tige comprise entre les deux points de contact de l'organe avec son appui. J'ajouterai seulement que, dans ce cas, la production de la torsion antidrome n'est pas due à une *simple pression*, mais à ce que, pendant son mouvement de nutation, tout en exerçant une pression sur le support, l'extrémité *glisse en roulant* sur ce support ; c'est donc le *roulement appuyant* qui donne naissance à la torsion antidrome.

Il n'en est pas de même en ce qui concerne l'importance de la torsion antidrome dans l'enroulement, importance qui est susceptible d'interprétations différentes. Schwendener et après lui Ambronn et Kolkwitz assignent à la torsion antidrome un rôle très important ; elle serait indispensable à la production de l'enroulement (2). D'après ces auteurs, en effet, la torsion en sens contraire du mouvement de nutation aurait pour résultat d'amener le côté concave de la région mobile à regarder *toujours* l'axe du support et, par conséquent, d'empêcher le déroulement du sommet de la tige. Or, mes observations (*Première partie*, *Observations 1-46*) montrent que la torsion antidrome n'est pas capable d'empêcher le déroulement périodique ; en effet, cette torsion ne peut pas entraver les nutations révolutives plus ou moins fréquentes que les tiges accomplissent à côté du support, avant de faire un tour d'hélice sur ce support.

(1) Kolkwitz, *loc. cit.*, p. 510-513.

(2) Ambronn, Zur Mechanik des Windens, I Theil, 1884 (p. 5 du tirage à part).

Pour Sachs (1) et Schenck (2), les torsions n'ont rien à faire avec le problème proprement dit de la volubilité, la torsion antidrome étant simplement une conséquence mécanique inévitable de l'enroulement. Mais Voss (3) a tort d'affirmer que ce facteur (la torsion antidrome) est superflu, parce que, d'après lui, un déroulement du sommet de la tige, par suite de la nutation, est impossible. Mes observations montrent, au contraire, que ce déroulement périodique du sommet de la tige, loin d'être impossible, est un phénomène normal.

Certains auteurs prétendent que le mouvement de préhension est un phénomène rare (4) ou même impossible lorsque le support est très mince (5). Nous avons vu, au contraire, dans la première partie de ce travail, que le mouvement de préhension est très fréquent, même lorsque le tuteur est un fil mince (Voy. par exemple les figures 13-30) ; c'est un *phénomène normal, se produisant toutes les fois que l'extrémité de la tige volubile effectue des nutations révolutives latérales.* Cependant Schwendener, Ambronn, Kolkwitz exagèrent en affirmant que le mouvement de préhension est une condition indispensable au mécanisme de l'enroulement ; la nutation révolutive, mouvement autonome, semble être suffisante par elle-même à produire et à expliquer l'enroulement.

Mais, si le mouvement de préhension n'est pas nécessaire pour faire s'enrouler la tige, il est nécessaire pour la faire *monter* sur son appui (enroulement grimpant).

(1) J. Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2e Aufl., 1887, p. 712.
(2) H. Schenck, Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen, 1892, p. 125.
(3) Voss, Neue Versuche über das Winden des Pflanzenstengels (*Bot. Zeitung*, 1902, p. 243).
(4) Wortmann, Theorie des Windens (*Botanische Zeitung*, 1886, p. 2 du tirage à part).
(5) Kohl, Beitrag zur Kenntniss des Windens der Pflanzen (*Jahrbücher für wiss. Botanik*, Bd. XV, 1884, p. 333).

QUATRIÈME PARTIE

ENROULEMENT DES TIGES VOLUBILES SUR DES SUPPORTS HORIZONTAUX OU TRÈS INCLINÉS

On admettait autrefois, on considérait presque comme un dogme, que les tiges des plantes volubiles ne sont pas capables de contourner un tuteur horizontal ou très incliné ; on était persuadé que l'appui doit être plus ou moins vertical pour qu'un enroulement pût avoir lieu ; les tours les plus jeunes se dérouleraient, pensait-on, si le support, primitivement vertical, était placé dans une position horizontale.

Cette manière de voir découlait, d'ailleurs logiquement, d'une part, de la conception que la gravitation joue un rôle indispensable dans l'enroulement ; d'autre part, des observations faites sur les plantes croissant spontanément dans la nature. Les expériences sur ce sujet n'étaient pas nombreuses. Dans les recherches de Mohl (1) sur l'*Ipomœa purpurea*, un fil faisant avec la direction verticale un angle plus grand que 20° n'était pas contourné par la tige de cette plante ; de même, les tiges de *Phaseolus vulgaris* ne pouvaient pas s'enrouler sur un fil faisant avec l'horizontale un angle plus petit que 40°. Parmi les anciens auteurs, il n'y a que Kerner (2) qui mentionne, sans cependant nommer les espèces sur lesquelles portèrent ses observations, que les tuteurs horizontaux « ne sont enroulés que exceptionnellement ».

Darwin et Baranetzki avaient admis autrefois que, pendant l'enroulement, l'extrémité des tiges volubiles se déplace un peu plus rapidement vers la lumière qu'en sens contraire ; mais ces observations ne paraissent pas correspondre à la réalité. D'ailleurs plus tard Darwin a, lui-même, repoussé ses

(1) Hugo Mohl, Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen, 1827, p. 132.

(2) Kerner von Marilaun, Pflanzenleben, Bd. I, 1890, p. 646.

conclusions, qui avaient été tirées d'observations trop peu nombreuses (1). Dernièrement Bremekamp (2) n'a pas pu constater non plus que les tiges marchaient plus vite vers la lumière que dans la direction opposée. Cependant Voss (3) a montré que la tige de *Bowiea volubilis* est fortement sensible à l'action de la lumière et, à cause de cela, elle est capable de s'enrouler sur un support horizontal, lorsque la plante placée dans une chambre obscure est éclairée d'un seul côté dans la direction de la pointe vers la base. Dans ce cas, d'après Voss, l'action dirigeante de la lumière est beaucoup plus énergique que celle de la pesanteur ; l'action des radiations lumineuses l'emporte si fortement sur celle de la gravitation qu'une tige de *Bowiea volubilis* ne peut plus s'enrouler sur un appui vertical, lorsque la plante est éclairée unilatéralement. Donc, ici, la lumière jouerait dans le phénomène de la volubilité le même rôle que la gravitation dans les cas habituels.

Cet exemple de Voss était le seul cas bien connu d'une tige volubile s'enroulant sur un support horizontal, lorsque Miehe (4) observa un cas plus troublant ; cet auteur a vu que les pousses d'*Akebia quinata* sont capables de s'enrouler régulièrement sur un tuteur horizontal sans que l'action dirigeante de la lumière intervienne.

J'avais observé aussi, depuis longtemps, que les tiges de certaines espèces volubiles sont capables de s'enrouler assez régulièrement sur des appuis horizontaux ou fortement inclinés.

J'expose brièvement, dans ce qui suit, les résultats de mes observations.

(1) Ch. Darwin, La faculté motrice dans les plantes (traduit par Ed. Heckel), 1882, p. 456.

(2) C. E. B. Bremekamp, Die rotierende Nutation und der Geotropismus der Windepflanzen (*Recueil des travaux bot. néerlandais*, vol. IX, 1912, p. 356).

(3) Voss, Neue Versuche über d. Winden d. Pflanzenstengels (*Bot. Zeitung*, 1902, p. 237).

(4) H. Miehe, Beitrag zum Windeproblem (*Jahrb. für wiss. Botanik*, Bd. LVI, 1915, p. 669).

OBSERVATION N° 59. — **Dolichos Lablab.**

(Projections perpendiculaires : fig. 625-627. — Projections parallèles : fig. 628-718.)

Les plus nombreuses observations, trente-cinq en tout, ont été faites sur une variété d'Haricot Dolique qui m'avait été procurée par la maison Vilmorin-Andrieux de Paris, à fleurs blanches, produisant de nombreuses cosses réunies en paquets. La tige atteint, en général, de 4 à 5 mètres de

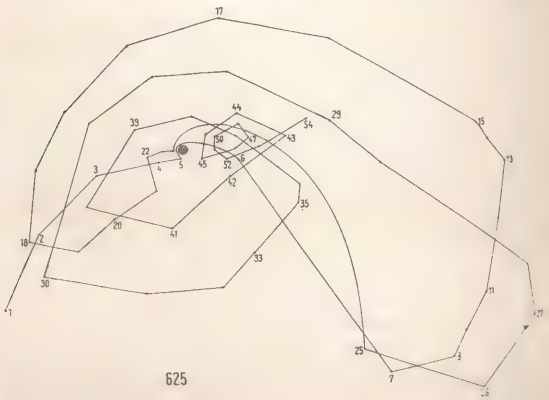
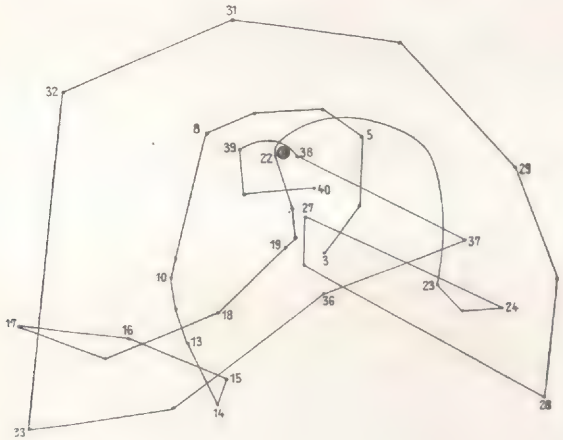


Fig. 625.

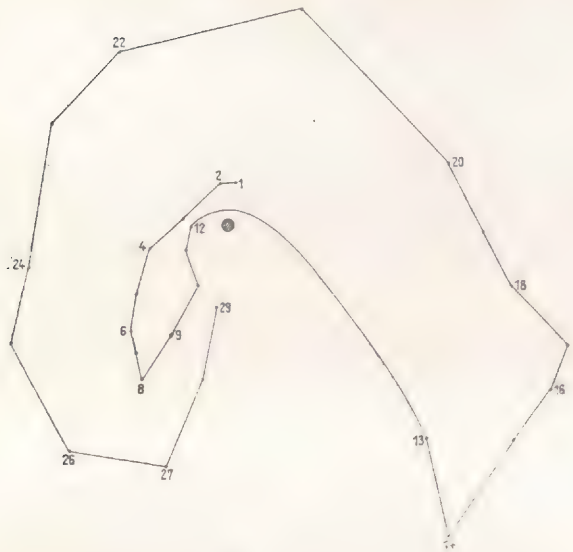
longueur ; mais, dans mes expériences, j'ai obtenu des plantes dont les tiges principales avaient acquis à peu près 8 mètres.

Pour nous rendre bien compte de la manière dont s'effectue l'enroulement sur un tuteur plus ou moins horizontal, rappelons d'abord les phénomènes qui accompagnent la volubilité lorsque l'appui est vertical. Dans ce dernier cas (fig. 127), comme nous l'avons vu (obs. nos 1-46), l'extrémité de la tige effectue, continuellement, un certain nombre de nutations révolutives à côté du tuteur, avant d'arriver à accomplir un tour d'hélice sur ce tuteur ; lorsqu'on les représente en projection perpendiculaire (horizontale, fig. 127), ces

nutations latérales sont plus ou moins uniformément distri-



626
Fig. 626.



627
Fig. 627.

buées tout autour du support. L'enroulement est donc, si-

non exclusivement, du moins principalement une conséquence des nutations révolutives que la tige effectue aussi bien à côté qu'autour du tuteur vertical.

L'enroulement sur des supports horizontaux ou très inclinés s'accomplit, en principe, de la même manière, c'est-à-dire que le sommet de la tige exécute un nombre variable de nutations révolutives à côté de son appui, avant de réaliser un tour d'hélice sur cet appui. La différence entre ces deux sortes d'enroulement découle des propriétés géotropiques des tiges volubiles. Ces tiges sont plus ou moins sensibles à l'action de la pesanteur, négativement géotropiques ; dès lors, quand l'appui est disposé verticalement, ses mouvements de nutation ne sont pas incommodés par l'action de la gravitation ; pour accomplir ses révolutions, la base de l'extrémité ne s'écarte, généralement, ni trop, ni pendant longtemps de la position verticale. Il n'en est pas de même lorsqu'on place le support, avec la tige, horizontalement ; car alors la base de l'extrémité nutante tend à se redresser et à garder la position verticale. Toutefois, de temps en temps, le mouvement d'enroulement l'emporte sur celui causé par la gravitation ; alors la tige s'incline vers le bas et passe même au-dessous du tuteur. Aussi bien quand la tige se trouve disposée verticalement que lorsqu'elle s'incline fortement, son extrémité ne cesse d'effectuer des nutations révolutives ; mais, comme dans la position horizontale du support, la base de l'extrémité de la tige reste beaucoup plus longtemps verticale qu'inclinée, il résulte que, en *projection perpendiculaire* (1), les révolutions ne sont pas uniformément reparties autour du tuteur (fig. 626) ; il y en a beaucoup plus au-dessus qu'au-dessous de celui-ci ; dans la plupart des cas, au-dessous il n'y en a même pas, parce que l'extrémité effectue assez rapidement, et d'un seul trait, le demi-tour embrassant la face inférieure de l'appui.

Examinons maintenant un exemple à l'aide des figures 644-664 et du diagramme perpendiculaire 625, qui représentent la marche de l'enroulement d'une branche latérale de *Dolichos Lablab*, sur un tuteur qui ne faisait avec l'hori-

(1) Projection sur un plan perpendiculaire au tuteur.

zontale que 6° à 7°. L'extrémité de la tige, qui au début était

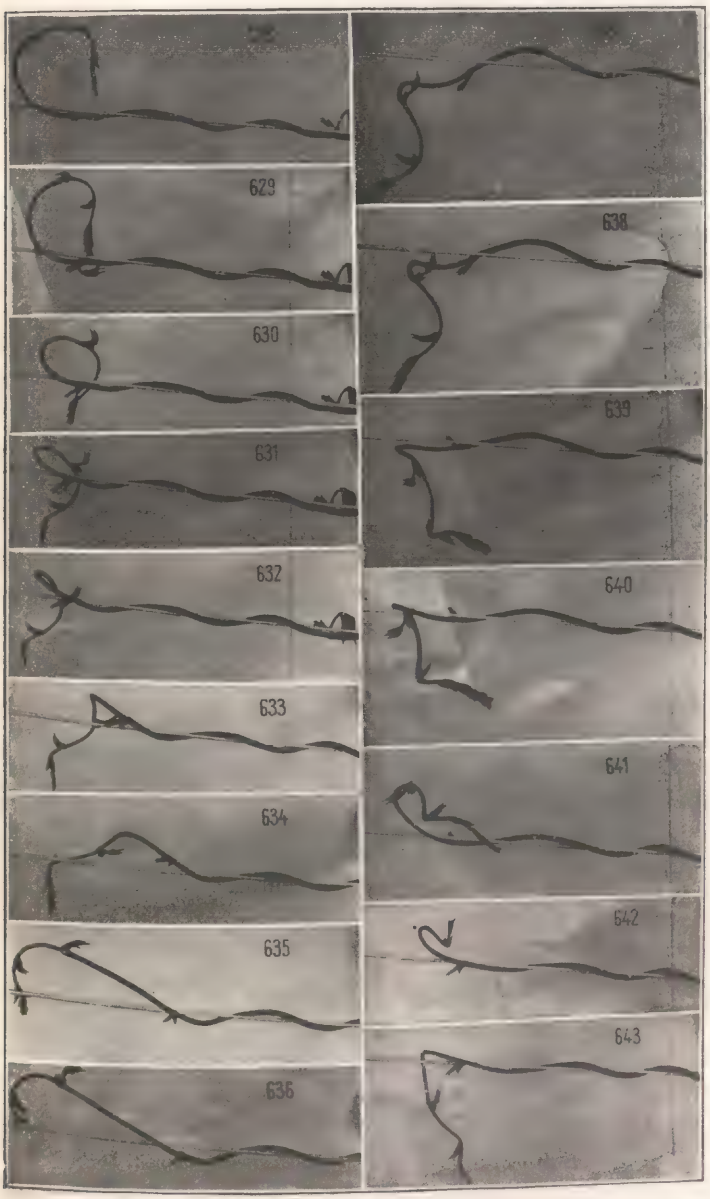


Fig. 628-643.

inclinée vers le bas et embrassait le support par sa base

(fig. 644 et point 1 de la projection perpendiculaire 625), commence à effectuer le mouvement de « recul » d'une nutation révolutive latérale ; peu après, le sommet se trouve dans la position de préhension (fig. 645 et point 2 de la projection perpendiculaire) ; cela ne l'empêche pas de continuer à se retirer dans une direction contraire à celle qui serait en accord avec la théorie schwendenérienne ; pendant qu'elle occupe les positions suivantes, indiquées par les points 3-5 et par les figures 646-648, l'extrémité continue à conserver l'état de préhension et ne cesse pas d'exercer une pression très appréciable sur son appui ; arrivé dans la position 5 du diagramme 625, la tension du sommet étant très augmentée, celui-ci fait ressort ; peu après il s'échappe et bondit brusquement jusqu'au point 6 ; la figure 649, qui est la reproduction d'une photographie presque instantanée, prise pendant la détente de l'extrémité, est très caractéristique, car le sommet étant en mouvement rapide n'a pas pu laisser une trace visible sur la plaque photographique. L'extrémité, continuant son mouvement, décrit d'abord une première nutation révolutive latérale au-dessus du support (points 1-18 du diagramme 625 et figures 644-658) ; ensuite une seconde révolution (points 18-30) ; arrivée à la fin de cette dernière nutation latérale, la pointe de la tige se trouve occuper presque la même position qu'elle avait au commencement, cinq heures auparavant (point 1 du diagramme 625). Après avoir effectué ces deux révolutions, l'extrémité passe sous le tuteur et fait, d'un seul trait, un tour et demi d'hélice (points 30-41 du diagramme 625 et fig. 659-664). Puis la tige fait deux nouvelles nutations latérales, mais de faible amplitude (points 42-45 et 45-52 du diagramme 625) et continue ses nutations à côté du tuteur et ses enroulements comme nous l'avons décrit précédemment. La figure 702 représente l'aspect d'une portion de la tige au bout de dix-huit jours d'observation (du 6 au 24 août) ; pendant ce temps, elle a accompli 35 tours d'hélice très réguliers.

Les figures 665-700 ainsi que le diagramme 626 montrent la manière, tout à fait semblable à la précédente, dont s'est accompli l'enroulement d'une autre tige de *Dolichos Lablab*

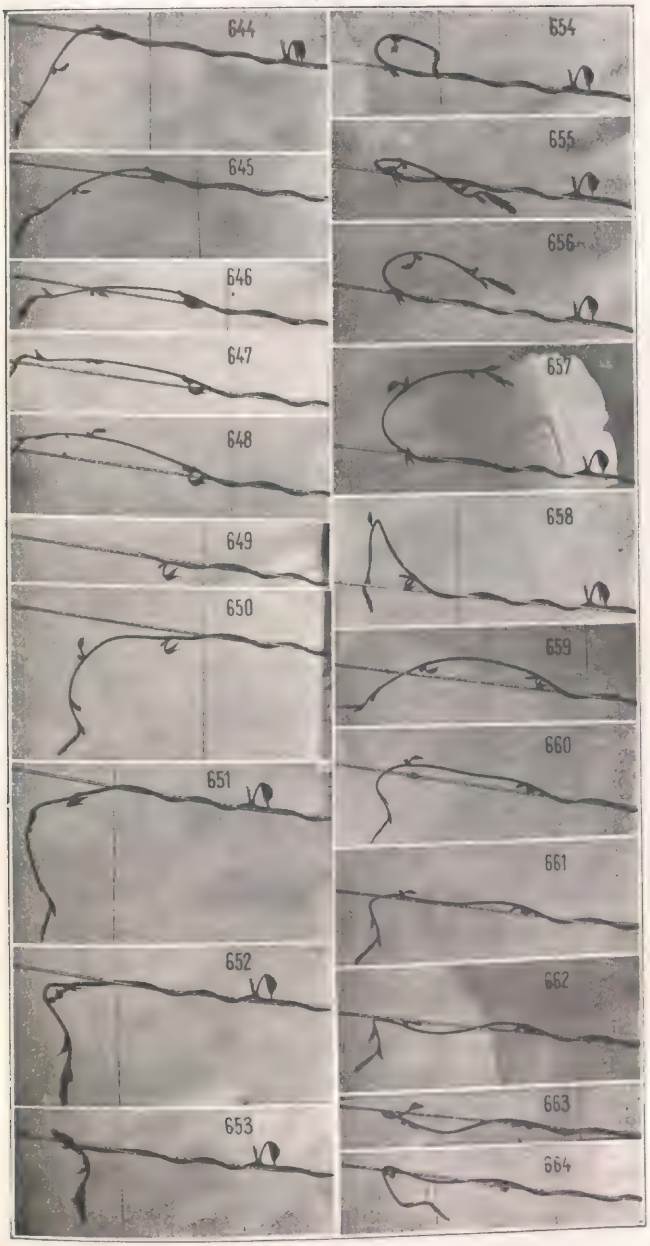

644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664

Fig. 644-664.

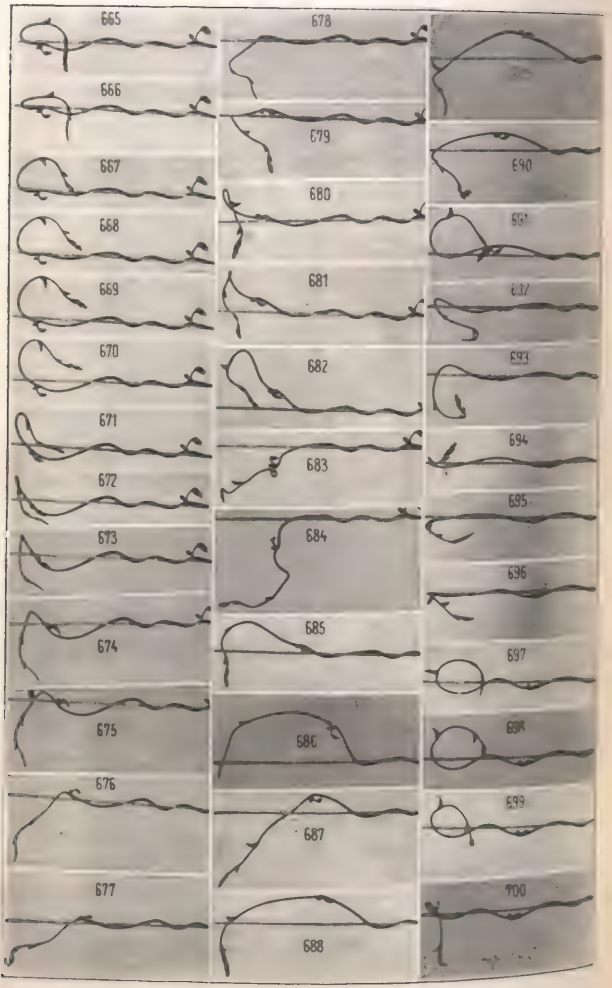

665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
690
693
694
695
696
697
699
700

Fig. 665-700.

sur un appui de 2 millimètres de diamètres (une ficelle), faisant avec l'horizontale seulement 4° à 5°; en vingt-trois

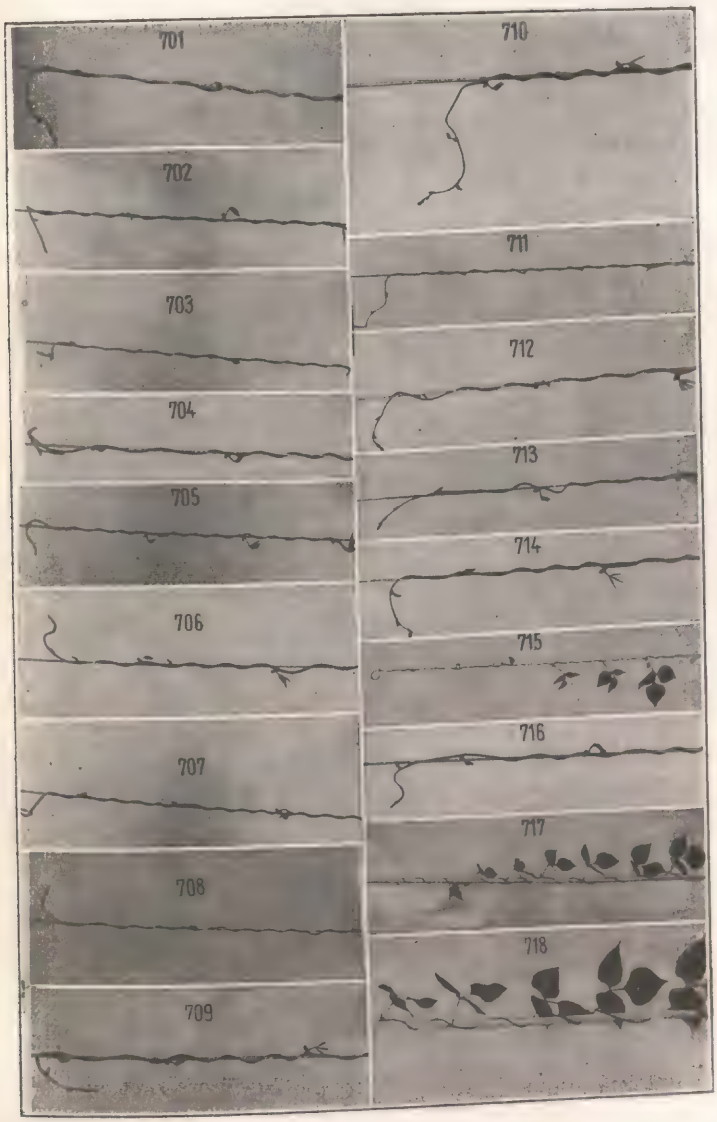


Fig. 701-718

jours, du 6 au 29 août, cette tige a effectué 35 tours d'hélice (fig. 706). Pour faire voir que l'allure du phénomène présente

un caractère général, on peut consulter aussi les figures 628-643, ainsi que le diagramme 627, qui reproduisent les principales phases du mouvement d'une tige principale qui avait accompli, en dix-sept jours, 35 tours d'hélice sur une ficelle faisant 8° avec l'horizontale.

Les trente-cinq tiges principales ou branches de *Dolichos Lablab*, mises en observation, m'ont donné les résultats suivants ; les tiges principales avaient acquis jusqu'à 8 mètres de longueur ; les branches appartenaient à des plantes âgées produisant des fleurs et des fruits.

A. — Tuteur : une ficelle de 2 millimètres de diamètre.

1° *Support faisant avec l'horizontale 4 à 10°.* — Toutes les tiges, au nombre de 14, se sont bien enroulées, produisant entre 17 et 50 tours (fig. 701-708).

2° *Support horizontal.* — Les dix-neuf tiges se sont presque toutes enroulées, produisant entre 5 et 51 tours pendant la durée des observations (fig. 709-716) ; une seule de ces tiges ne s'est pas enroulée du tout ; une autre n'a effectué qu'un seul tour ; enfin une troisième ne put achever que trois tours.

B. — Tuteur horizontal ayant 14 à 20 millimètres de diamètre.

Les deux tiges mises en observation se sont enroulées, produisant, l'une cinq, l'autre treize tours d'hélice (fig. 717-718).

En résumé, la plupart des tiges principales et des branches du *Dolichos Lablab* sont capables de s'enrouler sur un appui très incliné ou même horizontal et produire de nombreux tours, jusqu'à 51 dans mes expériences ; dans ces conditions, l'action de la gravitation n'empêche donc que très rarement la volubilité. Mais pourquoi certaines tiges ne peuvent-elles pas s'enrouler sur un appui horizontal ? C'est une question à étudier ; toutefois il m'a semblé que ce sont surtout les

tiges très jeunes, dont la croissance est très active, qui ne sont pas capables de s'enrouler sur de semblables appuis ; dans ce cas, l'extrémité de la tige s'allongeant trop rapidement se penche par son propre poids (fig. 710) et ne peut plus se relever pour contourner le support. Si toutefois la tige arrive à se relever et à s'accrocher à son appui, le tour d'hélice produit n'est pas régulier ; car la base vieillie de la région, longtemps écartée du support, ayant perdu presque complètement sa capacité de croissance, ne peut plus enserrer étroitement l'appui; dans ce cas, on voit, çà et là, des sortes d'anses au delà desquelles l'extrémité plus jeune de la tige effectue de nouveaux tours serrés autour de son tuteur.

Observation nº 60. — **Akebia quinata.**

Miehe (1) a constaté, pour la première fois, que les jeunes pousses, à croissance rapide, de cette plante s'enroulent facilement sur des supports horizontaux. J'ai observé la même chose, avec cette différence que, dans mes expériences, le phénomène a été moins fréquent que dans celles de Miehe ; en effet, certaines pousses se sont bien enroulées, d'autres ne l'ont fait que plus difficilement ; enfin certaines autres ont refusé de contourner les tuteurs placés horizontalement. Ces faits montrent que nous ne connaissons pas encore les conditions précises qui facilitent l'enroulement sur les tuteurs fortement inclinés par rapport à la verticale ; par conséquent, lorsqu'on a trouvé que toutes les tiges d'une espèce, mises en observation, se sont ou ne se sont pas enroulées sur des appuis horizontaux, il ne faut généraliser ni dans un sens ni dans l'autre ; l'*Akebia quinata* est un exemple ; il en est de même pour le *Phaseolus vulgaris*, comme on le verra.

Miehe (2) dit avoir observé que, pendant l'enroulement de l'*Akebia*, l'extrémité de la tige faisant ressort bondit en arrière ou que cette extrémité glisse brusquement à la surface du tuteur. D'après cet auteur, le phénomène serait très rare

(1) H. Miehe, Beitrag zum Windeproblem (*Jahrbücher für wiss. Botanik*. Bd. LVI, 1915, p. 669 et 671).

(2) Miehe, *loc. cit.*, p. 672.

et accidentel lorsque le tuteur est vertical, mais il se produirait fréquemment lorsque la tige s'enroule sur un appui horizontal. Or ces échappements, ces détentes, ces bonds ne sont que des phases de « recul », des nutations révolutives que la tige effectue à côté de son tuteur ; ces nutations latérales ne sont ni des phénomènes rares, ni produits accidentellement par les vents (puisque je les ai observées sur des plantes placées en chambre), mais, comme nous l'avons vu, des mouvements normaux (Voy. pour l'*Akebia quinata* les observations nos 45 et 46). Lorsque le tuteur est vertical, les nutations révolutives latérales se produisent à peu près uniformément de tous les côtés de l'appui ; il n'en est pas de même quand le support est horizontal ; dans ce dernier cas, la plupart des nutations sont localisées du côté de sa face supérieure.

Observation no 61. — **Phaseolus vulgaris.**

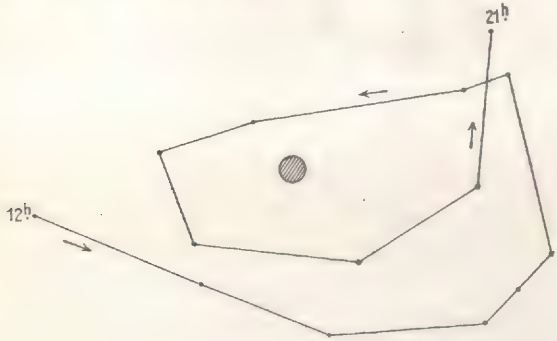
Dans les recherches de Mohl (1), un fil faisant avec l'horizontale un angle plus petit que 40° ne pouvait pas être contourné par la tige de *Phaseolus vulgaris*. Je n'ai fait sur cette espèce que deux observations, mais qui m'ont montré qu'il ne faut pas généraliser la conclusion de Mohl. Une des tiges, longue de 2m,60, s'était d'abord enroulée sur une ficelle verticale de 4 millimètres de diamètre et, au bout d'un certain temps, est arrivée à un fil de fer qui faisait avec l'horizontale 10° ; la tige s'est bien enroulée sur ce fil, faisant en vingt-quatre jours 21 tours d'hélice réguliers. Une autre tige, présentant à peu près la même longueur, après avoir rencontré un fil de fer horizontal, a effectué d'abord 5 tours réguliers et serrés ; puis son extrémité s'est beaucoup allongée et écartée de son appui ; mais, au bout de quelque temps, elle s'est de nouveau accrochée au support horizontal en effectuant dix nouveaux tours réguliers et serrés, séparés des cinq premiers par un tour très lâche.

(1) Hugo Mohl, Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen, 1827, p. 132.

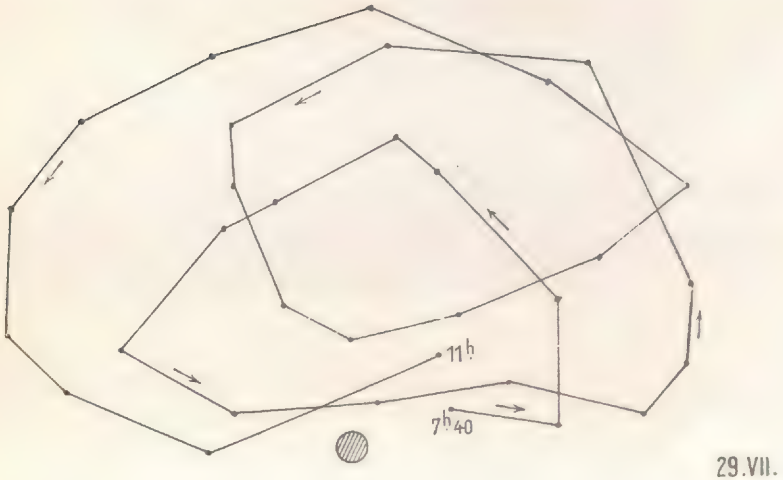
Observation n° 62. — **Ipomœa purpurea.**

(Projections perpendiculaires : fig. 719-720. — Projections parallèles : fig. 721-727.)

J'ai fait de très nombreuses observations sur cette espèce,



719

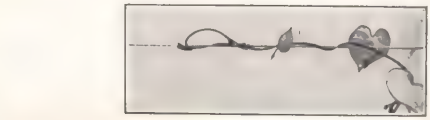


720

Fig. 719-720.

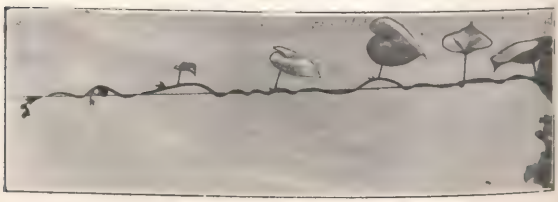
et j'ai constaté que si, en général, ses tiges sont moins disposées à s'enrouler sur des appuis très inclinés ou horizontaux

que celles du *Dolichos Lablab*, par exemple, elles ne manquent pas cependant de le faire parfois ; mais, comme les tiges de l'*Ipomœa purpurea* arrivent à se soustraire moins facilement à l'action du géotropisme négatif, leurs extrémités effectuent



721

722



723

Fig. 721-723.

un plus grand nombre de nutations révolutives au-dessus du support, avant de faire un tour d'hélice en contournant la face inférieure de l'appui. Ainsi, une tige avait effectué en neuf heures un tour d'hélice autour d'un support qui faisait 60° avec l'horizontale (diagramme 719) ; puis son extrémité n'a exécuté pendant deux jours que des nutations latérales au-dessus de l'appui (diagramme 720).

Remarquons également qu'ici, plus souvent que dans le *Dolichos Lablab*, il arrive que l'extrémité de la tige s'allonge

trop pendant un certain temps, sans s'enrouler, pour recommencer ensuite son enroulement. Cet arrêt passager de l'enroulement est indiqué par un tour plus ou moins écarté du support, en forme d'anse (fig. 724, A, B, C), parce que la portion basiliaire du sommet, ayant fortement diminué sa capacité de croissance, ne peut plus embrasser étroitement et enserrer l'appui.

J'ai sous les yeux les résultats réunis des observations

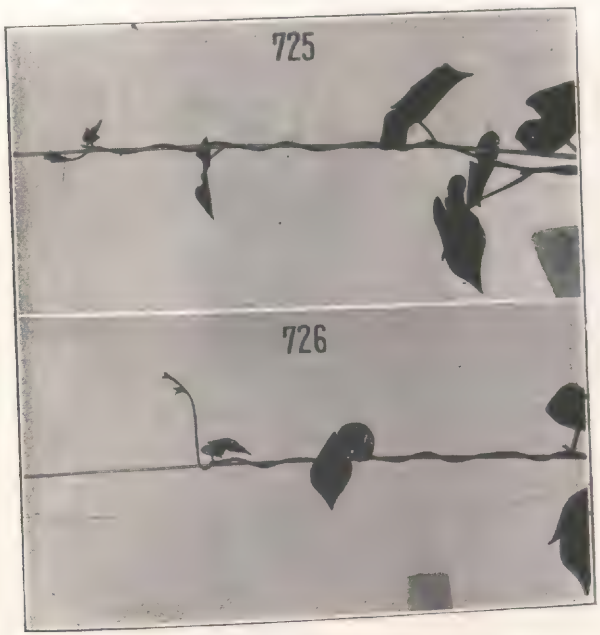
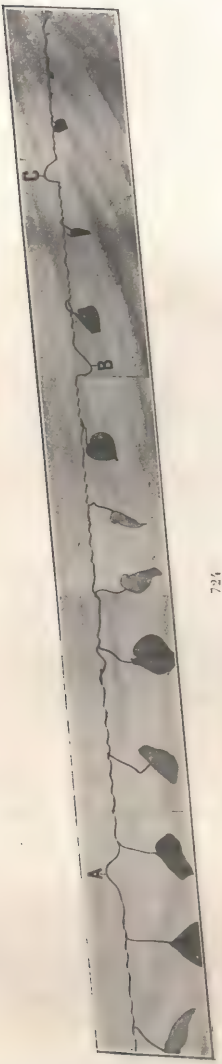
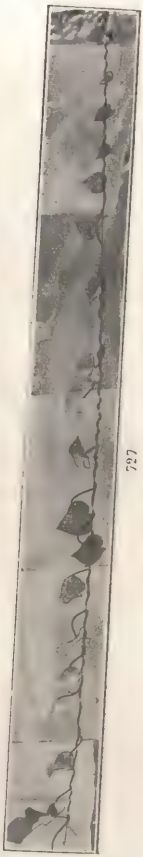


Fig. 725-726.

faites sur 34 tiges principales ou branches d'*Ipomœa purpurea* ; il n'y en a que 5 qui ont complètement refusé de contourner des tuteurs horizontaux ou très inclinés (faisant de 3° à 10° avec l'horizontale). Ainsi, une jeune plante ayant seulement 5 feuilles avait effectué auparavant 5 tours trois quarts sur un tuteur vertical (fig. 725) ; placée horizontalement, elle cessa de s'enrouler et resta en cet état pendant dix-sept jours (du 12 au 29 octobre) ; pendant tout ce temps, son extrémité qui, vu la température basse, ne s'est, d'ailleurs, que peu allongée, a continué ses nutations (fig. 726).



724



727

Fig. 724 et 727.

La plupart des autres tiges se sont assez normalement enroulées; je reproduis ici quelques figures. La plante représentée dans la figure 724 a effectué, en un mois, 47 tours d'hélice sur une longueur de 2m,70 d'un support (fil de fer de 3 millimètres de diamètre), qui ne faisait avec l'horizontale que 7°; l'enroulement était si accéléré que la plante effectuait, parfois, 3 tours d'hélice par jour. Une autre tige a fait, en vingt-deux jours, 40 tours sur un appui dont l'angle avec la verticale variait entre 84° et 87° (fig. 727).

Les cas où les tiges se sont enroulées sur des tuteurs horizontaux ont été moins fréquents; une de ces tiges a accompli 7 tours d'hélice en treize jours; une autre a fait 4 tours et demi en cinq

jours ; une troisième a effectué 18 tours en vingt jours (fig. 721-723).

OBSERVATION N° 63. — **Humulus Lupulus.**

Cette plante refuse presque toujours de s'enrouler sur un support trop incliné. Parmi une vingtaine de tiges, observées par moi, il n'y en a qu'une seule qui ait effectué 7 tours sur un appui très incliné, faisant avec l'horizontale 14° ; en général, les tiges de Houblon cessent l'enroulement lorsque le support fait avec la verticale 60°-68°.

***

En résumé, il y a des plantes volubiles dont les tiges peuvent s'enrouler sur un appui horizontal ou très incliné ; cette propriété n'est pas une aptitude propre à certaines espèces déterminées, mais à certaines tiges d'une même espèce, qui se trouvent, à un moment donné, dans des conditions qu'on ne connaît pas encore suffisamment. Ainsi, par exemple, la plupart des tiges du *Dolichos Lablab* s'enroulent bien sur des supports horizontaux ou très inclinés ; mais il y en a qui refusent de le faire. Il en est de même pour l'*Akebia quinata* et pour le *Phaseolus vulgaris*. Dans d'autres espèces, ce sont, au contraire, la plupart des tiges qui refusent de contourner les appuis horizontaux (*Ipomœa purpurea*).

Quoi qu'il en soit, le fait qu'une tige volubile peut, même exceptionnellement, se soustraire à l'action du géotropisme, prouve que l'intervention de ce facteur, agissant sur la tige dans la direction habituelle, n'est pas une condition indispensable à la volubilité et que la nutation révolutive est suffisante, par elle-même, pour produire l'enroulement.

CINQUIÈME PARTIE

PLANTES VOLUBILES SUR LE CLINOSTAT HORIZONTAL (EN ROTATION)

Comme je n'ai l'intention ni de discuter ici les théories qu'on a proposées pour expliquer l'enroulement, ni d'en émettre, je me contenterai, dans ce qui suit, d'exposer les résultats de la question (1).

En faisant tourner une plante volubile dans une position horizontale, autour de son propre axe, c'est-à-dire en éliminant l'action unilatérale de la pesanteur, je me suis proposé de voir :

1° Si les nutations révolutives se modifient ;

2° Si l'enroulement s'arrête, comme on l'admet généralement, depuis Schwendener (2).

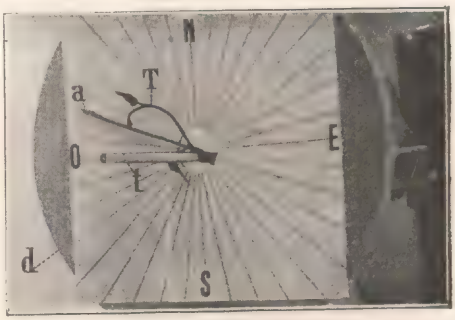
Je me suis servi, dans mes expériences, de deux clinostats construits par le mécanicien Albrecht de Tübingen d'après les indications de W. Pfeffer ; c'est un des instruments les plus précis de ce genre ; il marche assez uniformément, il est pratique ; on peut donner facilement à l'axe une inclinaison convenable et des vitesses de rotation variant d'une minute à plusieurs heures. Dans mes expériences, j'ai fait marcher les appareils presque toujours soit à une vitesse d'une minute, soit de dix minutes pour une rotation. Il faut que la rotation soit assez rapide, afin que, pendant la rotation les diverses faces de la tige soient le moins possible excitées par la pesanteur et que les faibles excitations ne puissent pas être perçues ; ce n'est que dans ces conditions que, d'après Czapek (3), on

(1) Voir Benecke-Jost, Pflanzenphysiologie, 4e Aufl., Bd. II, 1923, p. 298-300.

(2) Schwendener, Ueber das Winden der Pflanzen (*Gesam. botanische Mitteilungen*, Bd. I, 1898, p. 412).

(3) Fr. Czapek, Weitere Beiträge zur Kenntniss der geotropischen Reizbewegungen (*Jahrb. für wiss. Botanik*, Bd. XXXII, 1898, p. 188).

élimine l'action unilatérale de la pesanteur. Malheureusement, lorsque la rotation de l'appareil n'est pas uniforme, cette précaution ne suffit pas pour empêcher une courbure géotropique. En effet, on sait à présent qu'une excitation, insuffisante pour produire un effet déterminé, peut devenir suffisante, peut influencer l'organe, et l'influence se traduit par une courbure visible, quand elle est répétée et lorsque la sommation des faibles excitations répétées est égale au seuil de l'intensité. Or, déjà Dutrochet (1) avait observé que, lorsque la rotation du clinostat horizontal n'est pas uniforme, il suffit d'une différence de quelques secondes entre les deux demi-révolutions pour qu'il se produise une flexion géotropique (2).



728

729

Fig. 728-729.

Une grande difficulté que l'on rencontre dans l'observation des nutations révolutives des tiges volubiles placées sur le clinostat horizontal, c'est de faire les projections, sur un plan perpendiculaire au support, des positions occupées successivement par la pointe de l'organe. Or, ce n'est qu'une projection suffisamment précise qui peut nous apprendre si les nutations d'une plante volubile, tournant dans une position horizontale, autour de son propre axe, subissent des modifications essentielles ou non.

(1) Dutrochet, Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique, etc., t. II, 1837, p. 46.

(2) Sur les défauts des clinostats en général, voir : Harreveld, *Recueil des travaux botaniques néerlandais*, t. III, 1907, p. 173.

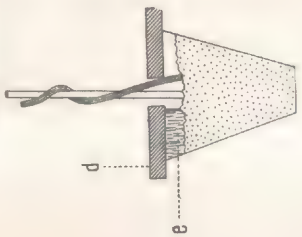
Pour obtenir de telles projections, je me suis servi du procédé suivant. Le tuteur *t* (fig. 728-729), qu'on doit placer autant que possible dans le prolongement de l'axe horizontal du clinostat, traverse un disque en carton, *d*, fixé sur un support ; ce disque porte des divisions comme celles représentées dans la figure 3 ; perpendiculairement au tuteur horizontal et près de la face du disque opposée à celle qui regarde le mécanisme de l'appareil, on fixe une aiguille, *a*, le plus près possible du disque divisé, sans le toucher toutefois. Lorsque l'appareil est en mouvement et qu'on regarde le tuteur dans la direction du sommet vers la base, on voit l'aiguille *d* passer, comme une aiguille d'une montre, devant les rayons du disque gradué *d*. Entre l'aiguille et l'extrémité du tuteur se trouve la portion terminale de la tige T, ainsi que ses deux ou trois derniers tours d'hélice, que l'organe avait déjà effectués lorsqu'il se trouvait dans la position verticale.

Pour fixer les positions occupées successivement dans l'espace par la pointe de la tige, il ne faut pas, bien entendu, arrêter le mouvement du clinostat, quand on veut effectuer une projection. En regardant dans la direction horizontale, on voit l'aiguille au moment où elle passe devant un rayon déterminé (par exemple celui marqué 180°), et immédiatement, sans changer la position de la tête, on regarde sur quel rayon du disque et à quelle distance du centre se projette la pointe de la tige ; on marque alors cette position, par un point, sur une feuille de papier, préparée d'avance et divisée comme le disque *d* que traverse le tuteur horizontal. En réunissant les points ainsi marqués, on obtient le chemin parcouru par la pointe de la tige. Le procédé n'est peut-être pas irréprochable, mais il n'altère que très peu le tracé réel ; surtout la direction générale de la marche n'est pas modifiée, ce qui est essentiel.

En ce qui concerne les vues photographiques, il faut les prendre instantanément sans arrêter la marche du clinostat : ou bien ne photographier la plante qu'immédiatement avant de la placer sur l'appareil et à la fin de l'expérience.

Je rappelle enfin que, pour être sûr que les nutations révolutives ainsi que l'enroulement, effectués pendant que la

plante se trouve sur le clinostat, ne sont pas dus à l'action de la pesanteur, il ne faut pas la faire tourner trop lentement, comme l'a fait, par exemple, Miehe (1), dont l'appareil faisait une rotation en trois heures vingt minutes. Dans mes expériences, la rotation s'effectuait rapidement, dans la plupart des cas en une minute, parfois en dix minutes.



730

Fig. 730.

Au commencement, dans mes essais préliminaires, pour arroser les plantes, j'arrêtais la marche du clinostat et j'enlevais les pots pour y verser de l'eau. Mais cette manière d'opérer ayant des inconvénients pratiques et surtout théoriques, j'ai employé, dans la suite, un autre procédé. J'appliquais sur l'ouverture du pot un disque en liège, *d* (fig. 730), portant un trou en son milieu pour laisser passer la tige et le tuteur ; l'appareil étant en mouvement, je verse de l'eau dans l'espace *e* à l'aide d'une pipette ; cette eau est absorbée petit à petit par la terre du pot.

Mes observations ont porté sur une dizaine de plantes : *Ipomœa purpurea*, *Calystegia sepium*, *Loasa lateritia*, *Quamoclit vulgaris*, *Dolichos Lablab*, *Convolvulus arvensis*, *Apios tuberosa*, *Thunbergia alata*, *Phaseolus multiflorus*, *Dioscorea Batatas*. La plupart des 40 expériences ont porté sur l'*Ipomœa purpurea* ; c'est cette espèce qui m'a fourni les meilleurs résultats en ce qui concerne l'enroulement. Toutefois, je ne veux pas dire que, sur le clinostat horizontal, elle soit plus susceptible de s'enrouler que les autres espèces ; c'est parce que le nombre des expériences, faites sur l'*Ipomœa purpurea*, a été plus grand, que j'ai pu réaliser, dans quelques-unes, les conditions les plus favorables à la volubilité. Mais ce sont les tiges de *Loasa lateritia* qui ont effectué les nutations révolutives les plus régulières et, disons-le, tout aussi régulières que les nutations révolutives latérales effectuées par les plantes s'enroulant sur un support vertical.

(1) H. Miehe, Beitrag zum Windeproblem (*Jahrbücher für wiss, Botanik*, Bd. LVI, 1915, p. 680).

Pourquoi toutes les conditions requises pour que la tige puisse continuer régulièrement ses mouvements ne sont-elles pas réalisées sur le clinostat? Si nous faisons abstraction du fait que le clinostat n'est pas un instrument tout à fait dépourvu de défauts, qu'il ne peut pas tourner uniformément pendant toute la durée de l'expérience qui est longue, et que, en remontant l'appareil, on varie périodiquement la vitesse du mouvement, il y a deux circonstances qui contrarient les mouvements normaux de l'extrémité de la tige et qui empêchent le plus souvent l'enroulement, lorsqu'on fait tourner une plante volubile, dans une position horizontale, autour de son propre axe.

Je vais les rappeler brièvement, avant d'entrer dans la description des expériences.

Lorsque la rotation est uniforme et suffisamment rapide, on arrive à éliminer l'action tropistique de la pesanteur: pourtant cela n'arrive que lorsque la tige est *droite* ; il n'en est pas de même pour l'extrémité d'une tige volubile en train de s'enrouler sur son tuteur, parce que cette extrémité est *recourbée* et qu'elle effectue des mouvements propres (autonomes) plus ou moins rapides. En raison de ces circonstances, lorsqu'on fait tourner la plante, même très uniformément, on ne réussit pas à exciter *également* toutes les faces de la tige. En effet, pour deux faces opposées, la direction de la pesanteur ne fait pas toujours les mêmes angles avec l'axe de l'organe. Supposons que la durée de l'excitation soit la même sur ces deux faces opposées, mais que, pour l'une, l'angle soit plus rapproché d'un angle droit que pour l'autre: il y aura une courbure tropistique (géotropique) ; l'une des faces sera plus excitée que l'autre ; l'extrémité fera donc des mouvements plus ou moins irréguliers. De là ces nutations désordonnées, plutôt pendulaires que révolutives, mentionnées par certains auteurs (1).

Une autre difficulté inévitable, lorsque l'extrémité de la tige s'est trop allongée et qu'elle n'est pas suffisamment rigide, c'est qu'à cause de son propre poids elle ne peut pas

(1) Baranetzki, *loc. cit.*, p. 24 ; Ambronn, *loc. cit.*, Theil I, p. 6 : Wortmann, *Botanische Zeitung*, 1886, p. 314.

garder la même distance par rapport au tuteur. Quand cette extrémité se trouve au-dessous du tuteur, pendant la rotation, elle s'en éloigne en vertu de son poids; elle s'en rapproche, au contraire, lorsqu'elle se trouve au-dessus. Et alors nous obtenons par la projection sur un plan perpendiculaire au support des nutations révolutives *mehr pendelartig als revolutiv*. Pour obtenir des tracés réguliers de ces nutations, il faut donc opérer seulement pendant que l'extrémité mobile de la tige n'est pas trop longue.

Je passe maintenant à la description de quelques-unes de mes expériences, en choisissant les plus caractéristiques. Je m'excuse de donner, parfois, trop de détails, mais j'espère qu'ils rendront service à ceux qui auront à faire des objections à mes conclusions.

Observation nº 64. — **Loasa lateritia.**

(Projections perpendiculaires : fig. 731-734. — Projections parallèles : fig. 735-758.)

Je commence par cette plante parce que, sur le clinostat horizontal, elle a effectué les nutations révolutives latérales les plus régulières, aussi régulières que celles des plantes normales s'enroulant autour d'un tuteur vertical, comme on peut s'en convaincre en comparant les diagrammes 412-416 (observation nº 36) avec les projections perpendiculaires que j'ai obtenues pour les plantes tournant horizontalement sur le clinostat (diagrammes 731-734).

La plante mise en observation était jeune, longue de 22 centimètres et pourvue de 9 feuilles ; elle avait achevé, dextrorsum, un tour et un quart d'hélice sur un tuteur vertical de 4 millimètres de diamètre. Comme on peut le voir par la figure 735, la première moitié du second tour, qui existait avant que la plante fût sur l'appareil, s'est partiellement déroulée ; en réalité, l'extrémité est en train de faire, comme d'habitude, une nutation révolutive latérale.

L'axe du clinostat effectuait, sinistrorsum, une rotation en une minute ; l'épingle *e*, fixée sur le tuteur, indique l'endroit où était arrivé l'enroulement quand l'appareil a été mis

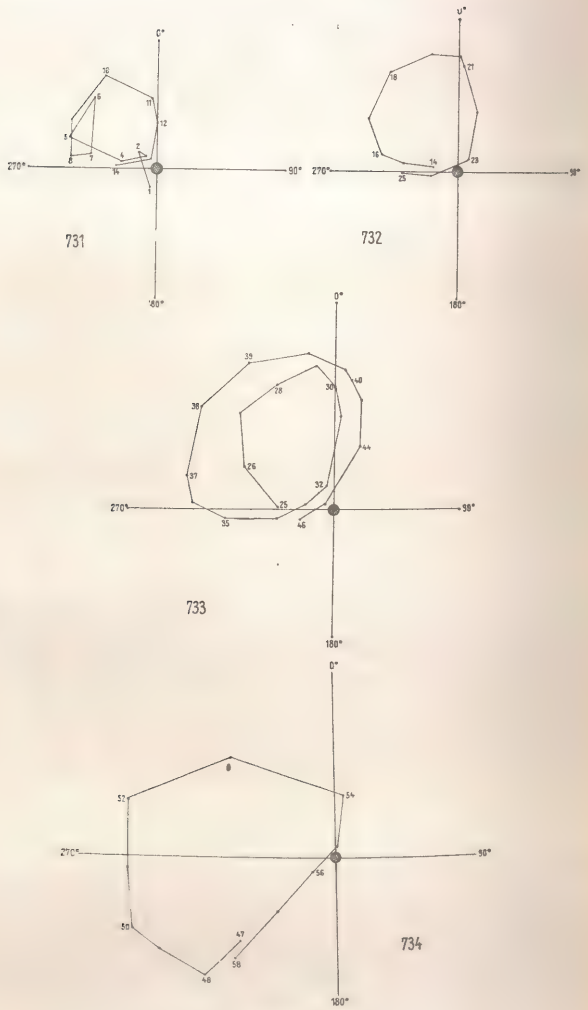


Fig. 731-734.

en marche. Les diagrammes 731-734, qui représentent les posi-

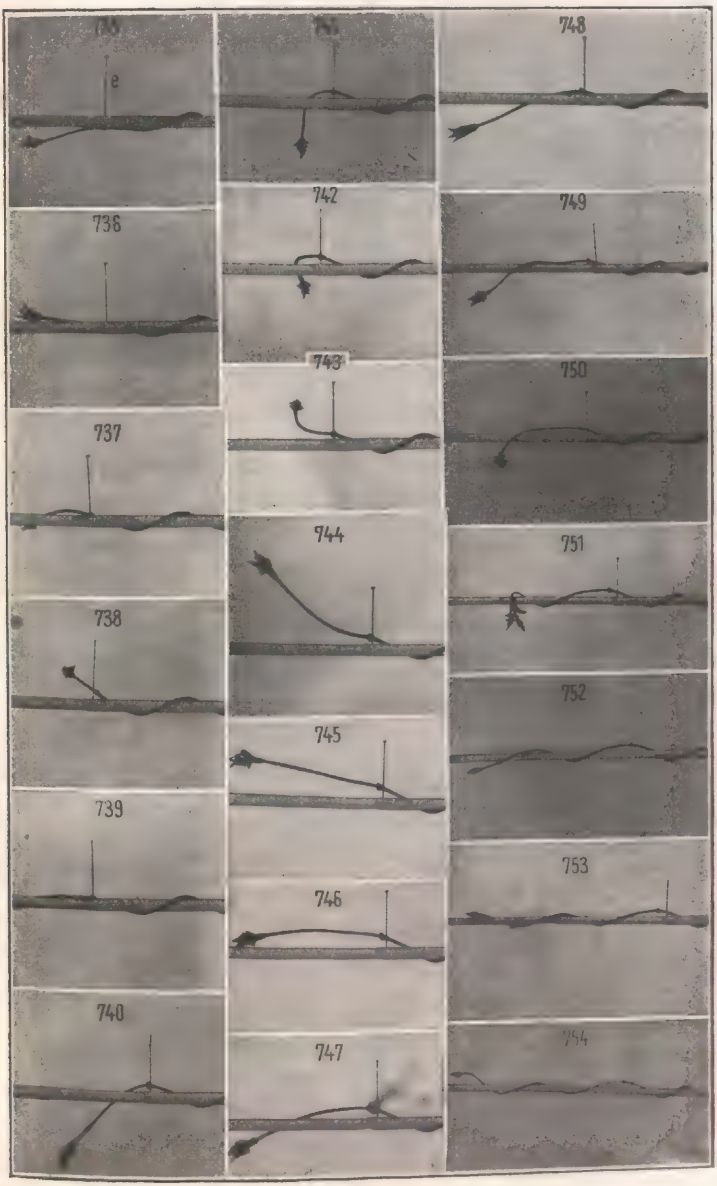


Fig. 735-754.

tions occupées successivement par la pointe de la tige et

projetées sur un plan perpendiculaire au support, montrent que cette plante continue à effectuer, à côté de son appui, des nutations révolutives aussi régulières qu'une plante verticale. Les figures 735-754 font voir que la tige a accompli deux tours et demi réguliers en trois jours et une nuit (du 30 août 8 h. 30 au 2 septembre 7 heures). Après cela, l'extrémité s'est beaucoup allongée et, sans doute, parce qu'elle était devenue trop longue et qu'elle balançait irrégulièrement pendant la rotation, elle ne s'est plus enroulée. Toutefois, au bout d'un certain temps, l'extrémité de la tige s'est accrochée par son bout recourbé.

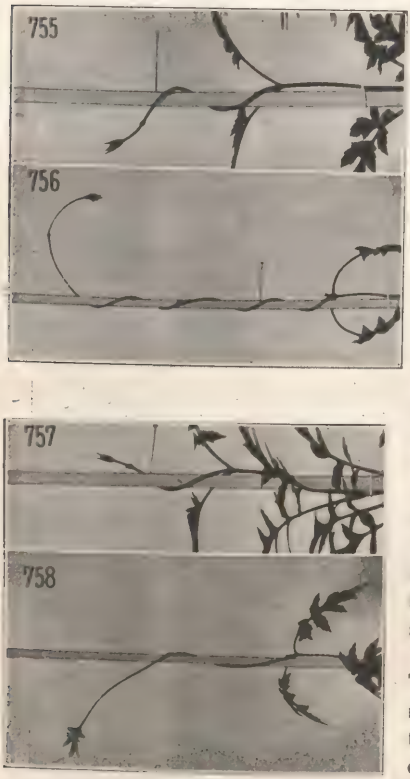


Fig. 755-758.

Les figures 755-756 montrent l'enroulement d'un autre individu qui, placé sur le clinostat exactement dans les mêmes conditions que l'individu précédent, a effectué en six jours (du 9 au 15 septembre) deux tours et demi d'hélice très réguliers, toujours dextrorsum.

Un troisième individu, placé dans les mêmes conditions,

n'a effectué, en six jours, qu'un demi-tour d'hélice (fig. 757-758), tout en faisant un grand nombre de nutations que je n'ai pas enregistrées. La tige de cette plante, qui est volubile à *droite*, enlevée du clinostat et placée verticalement, a commencé à s'enrouler à *gauche*. Si la plante ne s'est pas enroulée pendant son séjour sur l'appareil, c'est peut-être parce qu'elle était en train de modifier le sens de ses nutations et de son enroulement.

Observation n° 65. — **Quamoclit vulgaris.**

(Fig. 759-762.)

Le premier individu sur lequel j'ai expérimenté présentait une tige longue de 35 centimètres et possédait 18 feuilles ; il avait effectué, pendant qu'il était vertical, 4 tours et demi d'hélice sur un tuteur de 4 millimètres de diamètre. Le 8 août, je place la plante sur le clinostat, dont l'axe fait une rotation, dextrorsum, en dix minutes. Le dernier tour s'est déroulé en six heures et s'est rétabli le lendemain. Au bout de cinq jours, il y avait 2 tours et demi réguliers effectués sur le clinostat (fig. 759) ; pendant les deux jours suivants, la tige, tout en exécutant des nutations révolutives, n'a fait que s'allonger sans s'enrouler (fig. 760) ; mais, après ce laps de temps, elle s'est de nouveau accrochée à son appui et a effectué, en deux jours, 3 nouveaux tours d'hélice (fig. 761).

Sur les tours effectués pendant que la tige avec son support se trouvait disposée verticalement, la torsion est antidrome ; elle est homodrome pour les tours formés sur le clinostat (fig. 762) ; cela s'explique par le fait que, sur l'appareil, l'extrémité accomplissait *un très grand nombre* de nutations révolutives à côté du support ; il en résultait une très forte torsion homodrome qui pouvait être diminuée, mais non complètement annulée par la torsion antidrome engendrée pendant l'enroulement.

Mentionnons encore que les tours formés sur le clinostat sont un peu plus hauts (moyenne : 32 millimètres) que ceux formés avant la mise de la plante en expérience (moyenne : 28 millimètres).

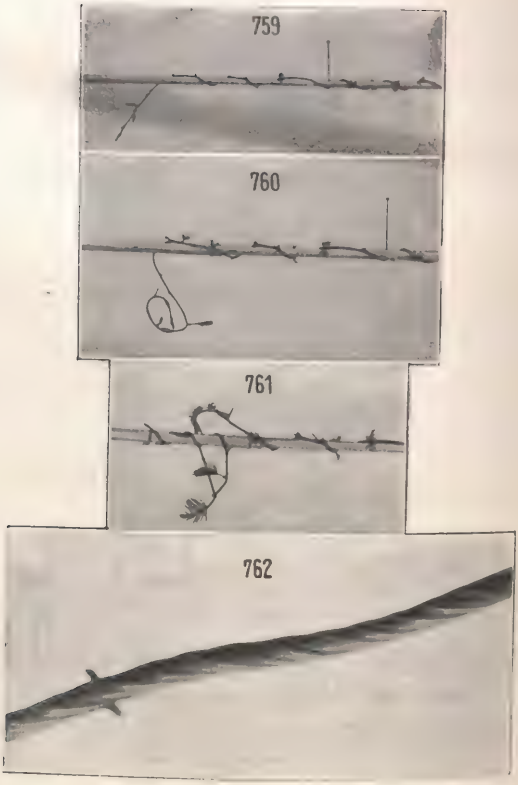


Fig. 759-762.

OBSERVATION Nº 66. — **Quamoclit vulgaris.**

(Fig. 763-769.)

Un autre individu de *Quamoclit vulgaris*, presque de même âge que celui de l'expérience précédente et qui avait accompli auparavant, 5 tours d'hélice autour d'un tuteur vertical de $4^{mm},5$ de diamètre, a été placé sur le clinostat horizontal :

l'axe de l'appareil faisait, dextrorsum, une rotation en dix minutes. La tige de la plante s'est comportée de la manière suivante.

Au commencement (le 8 août), un tour et demi s'est déroulé

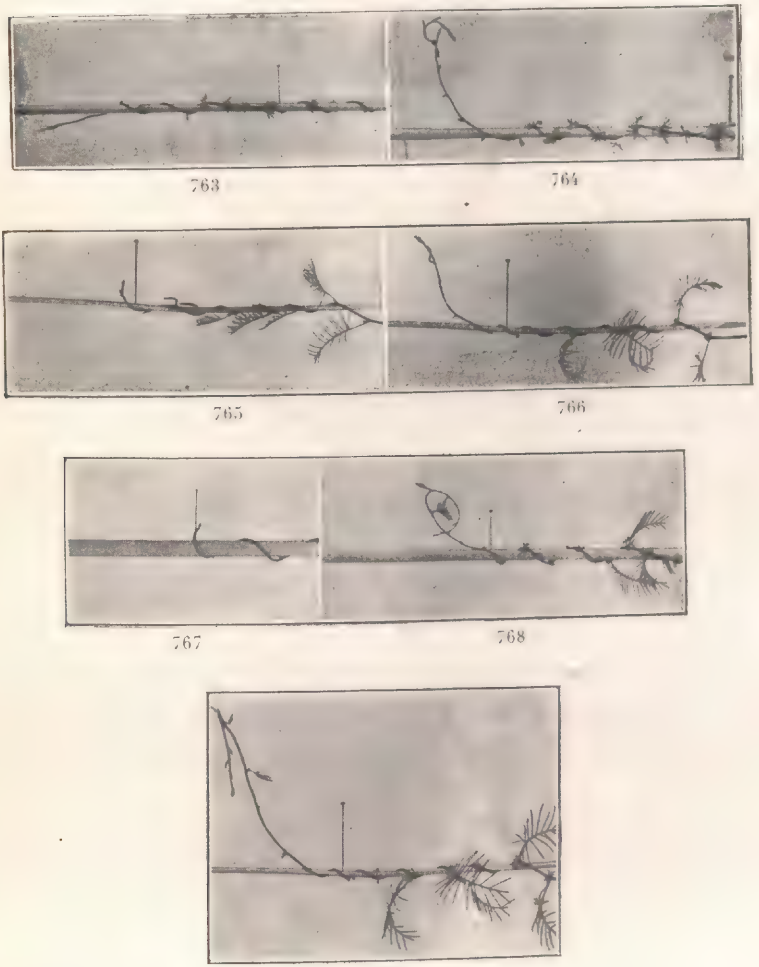


Fig. 763-769.

en six heures et demie ; pendant six jours (jusqu'au 13 août), 3 tours d'hélice nouveaux se sont formés (fig. 763) ; le premier formé est celui qui s'était déroulé et qui s'est rétabli ; ce tour est maintenant plus haut, parce que, après le déroulement,

l'extrémité s'est beaucoup allongée pendant qu'elle faisait de nombreuses nutations latérales.

Ici aussi, la torsion est homodrome dans la portion de tige qui s'est enroulée sur le clinostat, tandis que, pour les tours achevés pendant que la tige, avec son support, se trouvaient disposés verticalement, la torsion était antidrome. Après le 13 août, l'accroissement en longueur a continué sans que, jusqu'au 16 août, la tige pût effectuer de nouveaux tours d'hélice (fig. 764) ; cependant, enlevée du clinostat et placée verticalement, elle reprit ses mouvements d'enroulement.

Ajoutons encore que deux autres plantes, placées sur le clinostat horizontal faisant un tour par minute, se sont moins facilement enroulées. L'une (fig. 767), qui a d'abord déroulé son dernier demi-tour, l'a rétabli et a effectué, en deux jours, un nouveau tour d'hélice (fig. 768) pour allonger ensuite son extrémité sans s'enrouler pendant les deux jours suivants (fig. 769). L'autre plante, de même âge et placée dans les mêmes conditions que la précédente, n'a fait en cinq jours aucun tour nouveau (comparer les figures 765 et 766).

Observation n° 67. — **Ipomœa purpurea.**

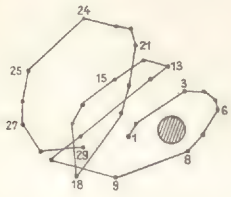
(Projections perpendiculaires : fig. 770-773.)

J'ai fait avec cette espèce treize expériences.

Voici d'abord les résultats obtenus avec l'une d'elles. C'était une jeune plante, haute de 32 centimètres, ayant 5 feuilles et qui avait effectué 3 tours d'hélice sur un tuteur vertical de 6 millimètres de diamètre. Je la place sur le clinostat horizontal faisant une rotation en huit minutes. Le dernier tour s'est déroulé en cinq heures (diagramme 770, points 1-9) ; ensuite l'extrémité a effectué pendant deux jours des nutations latérales assez régulières (diagrammes 770-773) et a rétabli le tour déroulé (diagramme 773) sans faire de tours nouveaux.

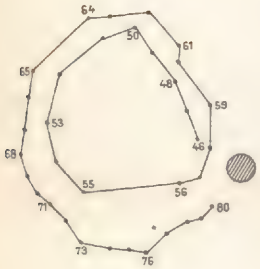
Une autre plante, de même âge et placée dans les mêmes conditions que la précédente, a déroulé son dernier tour en quatre heures et demie, mais l'a rétabli dans les quatre heures suivantes. Sans faire, pendant trois jours, d'autres tours d'hélice nouveaux sur le clinostat, la tige a effectué surtout des nutations

régulières et de grande amplitude, mais quelques-unes de faible amplitude et un peu irrégulières.

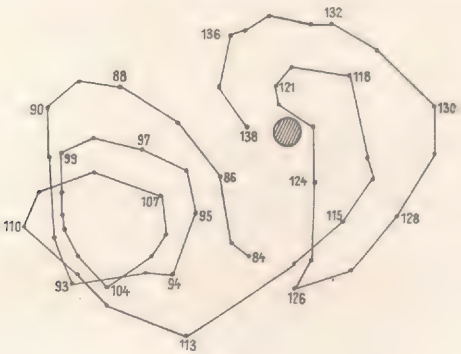


770

771



772



773

Fig. 770-773.

Observation nº 68. — **Ipomœa purpurea.**

(Fig. 774-783.)

Je me suis servi d'une plante plus âgée que celles de l'expérience précédente ; elle possédait 7 feuilles et avait accompli auparavant 17 tours d'hélice sur un tuteur vertical. Je l'ai alors placée sur le clinostat horizontal, qui faisait une rotation par minute.

Comme le temps n'était pas favorable pour des photographies instantanées et que je ne voulais pas arrêter le clinostat, j'ai fait des esquisses à la main pour fixer les différentes phases de l'enroulement.

Au commencement (3 novembre), le dernier demi-tour s'est déroulé en deux heures quarante-cinq minutes (comparer les

figures 774 et 775). Au bout de vingt-quatre heures (du 3 novembre 13 heures au 4 novembre 13 heures), le tour

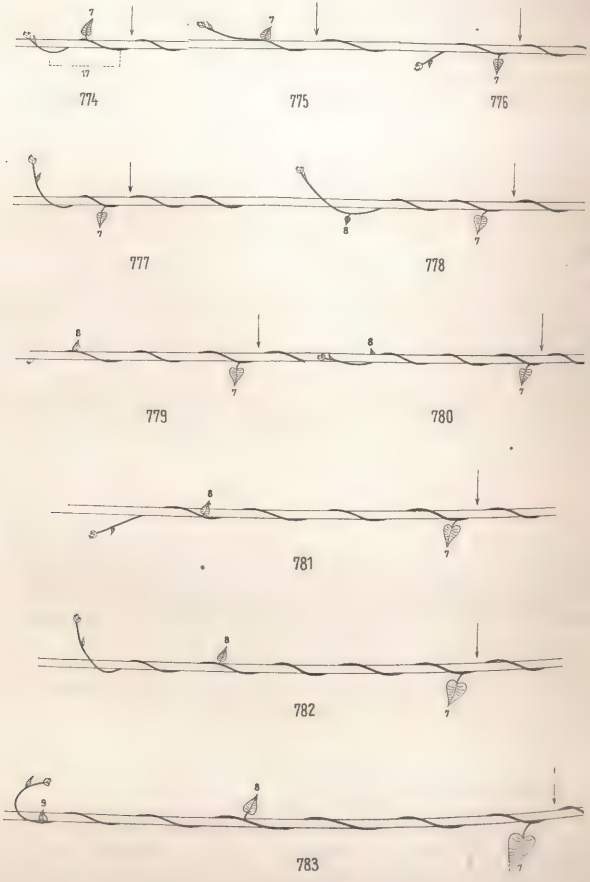


Fig. 774-783.

déroulé s'est rétabli (fig. 776); en même temps ce tour s'est resserré, de sorte que la feuille nº 7 qui, au commencement

(fig. 774), était située sur la face supérieure (nord), a été entraînée de 180° dans le sens de l'enroulement et se trouve maintenant au-dessous du tuteur (au sud : fig. 776). Pendant que l'extrémité effectue un second tour, le resserrement du tour précédent continue, de sorte que la feuille n° 7 est portée, jusqu'au 5 novembre, sur la face sud-sud-est du support (fig. 777). Le 6 novembre, à midi, il y a 3 tours et le 7 novembre, au matin, 3 tours d'hélice et demi (fig. 779) formés sur le clinostat. La feuille n° 8 qui, le jour antécédent, était sur le côté inférieur (sud) du tuteur, se trouve maintenant sur le côté supérieur (nord). Le 7 novembre à 13 heures, il y a 4 tours, et la feuille n° 8 a été entraînée sur la face ouest (côté gauche lorsqu'on regarde le support par le bout) (fig. 780). L'enroulement a continué jusqu'au 20 novembre, époque à laquelle j'ai cessé les observations (fig. 781-783). Donc, en dix-sept jours, la tige a effectué, sur le clinostat horizontal, 7 tours, dont le premier formé est celui qui s'était déroulé au début de l'expérience.

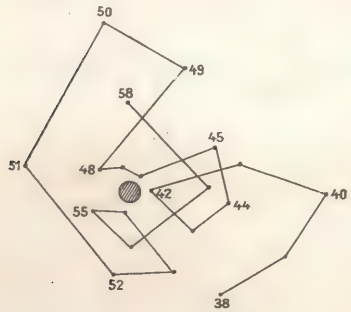
Pendant toute la durée de l'expérience, l'extrémité a continué ses nutations révolutives à côté du support ; cette extrémité n'est pas restée droite et parallèle au support tout le temps que la plante a tourné sur le clinostat ; à ce point de vue, les conclusions de Schwendener, Baranetzki, Kohl, etc., ne sont pas justifiées ; les observations de ces auteurs ont été, sans doute, de trop courte durée.

Observation n° 69. — **Ipomœa purpurea.**

(Projection perpendiculaire : fig. 784. — Fig. 785-800.)

C'est une très jeune plante que j'ai placée sur le clinostat ; au début (10 septembre) elle ne possédait que 3 feuilles (fig. 785) et avait accompli, auparavant, 3 tours d'hélice pendant qu'elle était encore verticale. Le dernier tour s'est déroulé le premier jour en cinq heures et demie (fig. 786) ; jusqu'à la fin de la seconde journée, ce tour s'est rétabli et un nouveau demi-tour s'est formé (fig. 787) ; la feuille n° 3 (la dernière), qui au commencement se trouvait sur le côté nord, a été amenée sur

la face sud, ce qui prouve que ce tour d'hélice est maintenant plus surbaissé qu'avant son déroulement. Le 13 septembre il y avait deux tours formés sur le clinostat (fig. 788) ; le premier tour formé sur l'appareil est encore plus serré, car la feuille n° 3 est maintenant sur le côté sud-est du tuteur ; par conséquent, depuis le commencement, cette feuille a fait, entraînée par la tige, 225° autour du support. Au bout de huit jours, la tige avait accompli 3 tours trois quarts (fig. 789) ; après neuf jours, il y avait 4 tours trois quarts ; au bout de douze jours, 5 tours un quart d'hélice nouveaux étaient achevés (fig. 790) ; après treize jours, 6 tours un quart (fig. 791 et 792) ; après quinze jours, 8 tours un quart (fig. 793 et 794) et 9 tours un quart au bout de seize jours (fig. 795 et 796). En examinant les figures 797, 798, 799 et 800, on constate que la tige, placée sur le clinostat horizontal, a effectué, jusqu'à la fin de l'expérience, à savoir en vingt et un jours (du 10 septembre au 1er octobre), 12 tours trois quarts.



784

Fig. 784.

Le diagramme 784 des projections perpendiculaires montre que les nutations révolutives ont été presque normales.

Observation n° 70. — **Ipomœa purpurea.**

(Projections perpendiculaires : fig. 801-802. — Fig. 803-817.)

La plante de cette expérience a été placée sur le clinostat horizontal dont l'axe faisait une rotation en onze à douze minutes. Avant de commencer l'observation, la jeune plante avait effectué un tour et demi sur un support vertical ; au début, le dernier demi-tour se déroule pendant la nuit (du 23 au

Fig. 785-800.

24 juin) ; l'extrémité effectue des nutations révolutives latérales et prend en même temps différentes formes : elle est tantôt

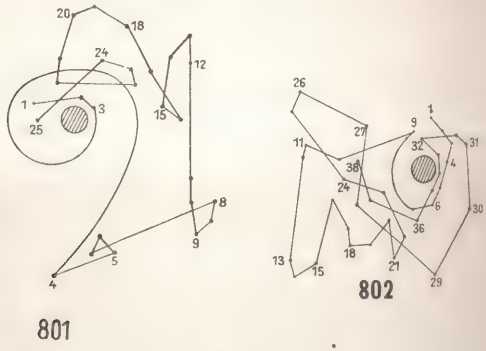


Fig. 801-802.

recourbée (fig. 803 et 805), tantôt presque droite et parallèle au tuteur (fig. 804). Au bout de trois jours (le 26 juin), il s'est

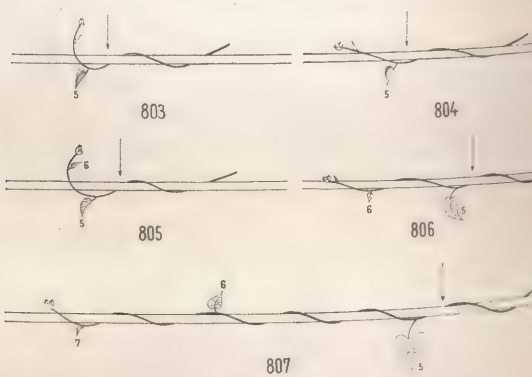


Fig. 803-807.

formé un tour nouveau (fig. 806) ; l'extrémité s'est ensuite peu à peu allongée (fig. 808) et, après quatre jours, il y a 1 tour et demi d'hélice nouveau (fig. 813); après huit jours,

4 tours (fig. 807). Pendant tout ce temps, la région terminale a effectué des nutations et a changé constamment de forme (fig. 813-816).

Laissée sur l'appareil jusqu'au 15 juillet, la tige a accompli

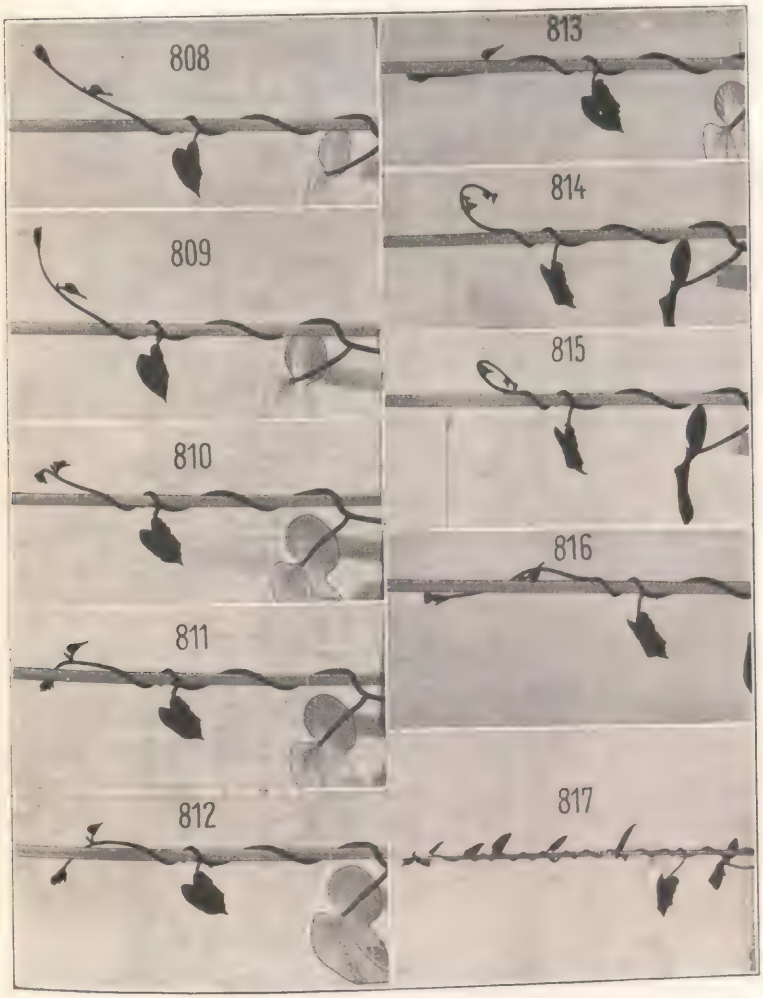


Fig. 808-817.

12 tours d'hélice depuis le commencement de l'expérience (fig. 817).

Pour les autres plantes mises sur le clinostat, à quelques détails près, le dernier tour d'hélice, effectué avec le support

vertical, s'est déroulé, mais presque toujours rétabli; aucun tour nouveau n'a été effectué et les nutations révolutives latérales enregistrées ont été assez irrégulières (diagrammes 801-802).

Observation nº 71. — **Calystegia sepium.**

(Fig. 818-821.)

J'ai fait deux essais sur cette espèce. Un individu très jeune, ayant 3 feuilles et qui avait effectué, lorsqu'il était vertical, 2 tours d'hélice, a été placé sur le clinostat horizontal; celui-ci faisait une rotation par minute. Le dernier demi-tour s'est déroulé en quatre heures; il s'est rétabli pendant la nuit. La tige, tout en exécutant des nutations révolutives assez régulières, a accompli en cinq jours (26-30 avril) 4 tours, y compris le demi-tour qui s'était déroulé au commencement de l'expérience (fig. 818-821).

Un autre individu, un peu plus âgé que le précédent, ayant 7 feuilles, placé sur le clinostat et observé pendant dix heures, a déroulé son dernier tour d'hélice en deux heures, puis, en outre, un autre demi-tour dans le courant des deux heures suivantes. A cause de ce déroulement, l'extrémité libre s'est beaucoup allongée et se balançait irrégulièrement pendant la rotation du clinostat; j'ai cru devoir alors interrompre l'expérience.

En résumé, si l'on fait tourner assez rapidement certaines plantes volubiles dans une position horizontale, autour de leur axe, c'est-à-dire en éliminant l'action unilatérale de la pesanteur, ces plantes peuvent s'enrouler autour de leur tuteur. A ce point de vue, je confirme le résultat obtenu par Miehe avec l'*Akebia quinata*; mais comme dans l'expérience de cet auteur l'axe du clinostat tournait trop lentement (une rotation en trois heures vingt minutes), l'objection qu'on lui a faite[1] subsiste, à savoir qu'on n'est pas sûr que l'action unilatérale de la pesanteur a été éliminée. N'ayant pas eu à ma disposition de petites plantes de cette espèce, pouvant être placées

(1) Gradmann, Die Bewegungen der Windepflanzen (*Zeitschrift für Botanik*, Bd. XIII, 1921, p. 377).

sur le clinostat, je n'ai pas pu répéter l'expérience sur l'*Akebia quinata*. Mais je crois avoir complètement évité l'objection que l'on fait à Miehe, en réalisant, comme on l'a vu, des rotations rapides du clinostat.

Sur le clinostat horizontal tournant, les nutations révolutives se poursuivent régulièrement ; elles sont donc des mouvements autonomes. Si parfois on obtient des mouvements irréguliers, cela est dû, en général, à des causes inévitables.

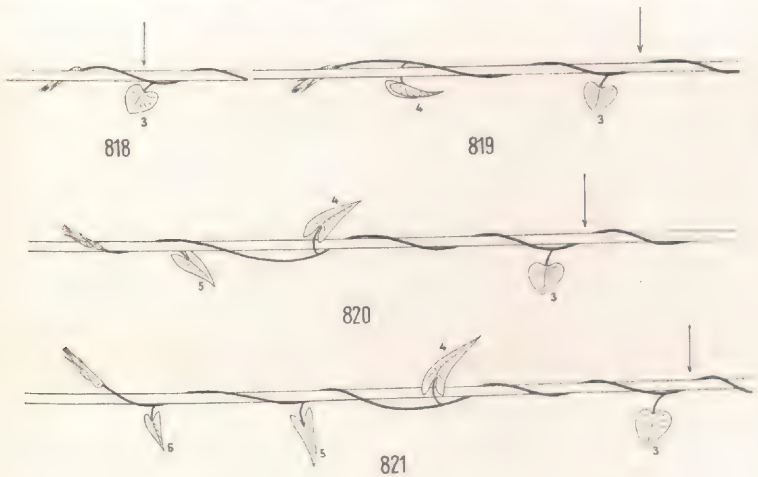


Fig. 818-821.

En effet, la courbure de l'extrémité de la tige et surtout ses mouvements propres font que l'action de la pesanteur ne s'exerce pas *également* sur toutes les faces de l'organe, ni même également sur la même zone longitudinale ; or cela gêne les nutations révolutives, qui, dès lors, deviennent parfois irrégulières.

D'autre part, si les nutations révolutives ont, sur le clinostat horizontal, des amplitudes plus faibles, cela n'est pas étonnant ; en effet, sur le clinostat, l'intensité de la croissance diminue et même la zone d'accroissement en longueur se raccourcit (1), ce qui doit amener une diminution de l'amplitude et de la vitesse des nutations.

(1) C. E. B. Bremekamp, Recueil des travaux botaniques néerlandais, vol. IX, 1912, p. 299 et 353.

Enfin, sur le clinostat horizontal, la courbure de l'extrémité en croissance ne disparaît pas, comme on le croit généralement ; ou du moins elle ne disparaît pas définitivement, car elle réapparaît et s'efface alternativement, d'une manière plus ou moins régulière, comme chez une plante placée verticalement.

Mes expériences montrent donc que ni la courbure de l'extrémité, ni la nutation révolutive ne résultent d'une capacité de réaction géotropique.

MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 120 — PARIS — VIe ARR.

Edmond PERRIER
Membre de l'Institut.
Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

TRAITÉ DE ZOOLOGIE

Vient de paraître :

FASCICULE VII : LES BATRACIENS

Publié avec le concours de Remy PERRIER,
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Un volume de 160 pages, avec 120 figures. . . . . 24 fr.

Suite du TRAITÉ DE ZOOLOGIE du professeur Edmond PERRIER, interrompu pendant plusieurs années et dont six fascicules ont déjà paru.

Les trois derniers fascicules sont publiés avec le concours du professeur Remy PERRIER.

Les deux derniers fascicules paraîtront en 1926.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

Observations sur la nutation révolutive des tiges volubiles et des rapports avec les mouvements d'enroulement, par E.-C. Teodoresco..... 445

Corbeil. Imprimerie Crété.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

DIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. J. COSTANTIN

TOME VII. — N°s 5-6.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN LIBRARY RECEIVED JAN

PARIS

MASSON ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain (VIe)

1925

Ce fascicule a été publié en Décembre 1925.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. J. Costantin.

L'abonnement est fait pour 1 volume gr. in-8, avec planches et figures dans le texte.

Ce volume paraît en plusieurs fascicules.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. E.-L. Bouvier.

L'abonnement est fait pour 1 volume grand in-8, avec planches et figures dans le texte.

Ce volume paraît en plusieurs fascicules.

Abonnement à chacune des parties, Zoologie ou Botanique.

France : 60 francs. — Union postale : 70 francs.

Le Numéro simple : 12 fr.

Prix des collections :

Première Série (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol. *(Épuisée.)*
Il reste quelques années 1824 à 1826, 1828, 1833, en vente chacune à ..... 100 fr.
Tables générales de la 1re Série 1 vol. in-8..... 100 fr.
Deuxième Série (1834-1843). Chaque partie, 20 vol. *(Rare.)*
Quelques années sont en vente à ..... 80 fr.
Troisième Série (1844-1853). Chaque partie, 20 vol. Chaque année. 80 fr.
(Les années 1845 à 1848 et 1853 Zoologie et 1844, 1851, 1853 Botanique sont épuisées.)
Quatrième Série (1854-1863). Chaque partie, 20 vol. Chaque année. 80 fr.
(Les années 1854 et 1863 Botanique sont épuisées.)
Cinquième Série (1864-1874). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Sixième Série (1875-1884). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Septième Série (1885-1894). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
(L'année 1892 de Botanique est épuisée.)
Huitième Série (1895-1904). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Neuvième Série (1905-1915). Chaque partie, 20 vol. 500 fr.
Dixième Série (1916-1924). Zoo. Tomes I-II, III-IV, V à VII, à 80 fr.
— Bot. Tomes I-II, III, IV à VI, à 80 fr.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées par MM. Hébert et A. Milne-Edwards.

Tomes I à XXII (1879-1891).

22 volumes..... 440 fr.

Cette publication a été remplacée par les

ANNALES DE PALÉONTOLOGIE

publiées sous la direction de M. M. Boule.

Abonnement annuel :

Paris et Départements... 70 fr. — Étranger..... 80 fr.

Le Fascicule simple : 18 fr.

LES ASTÉRINÉES

IVe PARTIE

(ÉTUDES SUR LA SYSTÉMATIQUE DES CHAMPIGNONS PYRÉNOMYCÈTES)

Par G. ARNAUD

Les Pyrénomycètes ont fait l'objet de nombreuses études depuis cinquante ans ; leurs caractères n'ont pu être exactement connus que lorsque l'usage précis du microscope a permis l'observation exacte de détails qui échappent à l'œil nu.

Pendant longtemps, les mycologues se contentèrent de cataloguer des espèces de *Sphæria*. Au milieu du siècle dernier, les beaux travaux des TULASNE auraient dû donner une impulsion considérable à l'étude de ces Cryptogames ; cependant beaucoup de publications récentes sont bien inférieures comme précision au *Selecta fungorum carpologia* et paraissent lui être antérieures d'un demi-siècle au moins. Il en résulte que, pour beaucoup de Pyrénomycètes, la systématique repose sur des données dont la valeur est fort douteuse. Or, malheureusement, l'étude du groupe ne peut se faire que grâce à une vue d'ensemble ; en effet, pour distribuer les nombreuses espèces en ordres, familles, tribus, etc., on ne possède pas de caractères précis et sûrs comme ceux qui servent à établir les grandes divisions des Champignons (présence de basides, d'asques, etc.); chez les Pyrénomycètes, il faut procéder « par enchaînement », il faut relier entre eux les types qui paraissent voisins et petit à petit créer des ensembles grâce auxquels on finit par dégager une vue synthétique des diverses familles et

des divers ordres. Cette méthode exige l'examen d'un nombre assez considérable d'espèces ; mais, pour dégager les affinités souvent peu apparentes de chacune d'elles, une étude longue et attentive est nécessaire. On est obligé, par suite, pour un temps donné, de sacrifier un peu la précision, un peu le nombre des types étudiés.

Depuis un certain nombre d'années, nous avons étudié divers groupes de Pyrénomycètes et en particulier les espèces parasites vivant à la surface des végétaux supérieurs, espèces surtout abondantes dans les pays tropicaux et dont un des genres les plus connus est le genre *Asterina*. Les *Asterina* et les formes analogues constituent un type biologique spécial, le *type astérinéen*, remarquable par la position superficielle des fructifications et d'une grande partie du mycélium ; ces organes bruns et externes donnent à ces Champignons l'apparence des Fumagines saprophytes de nos pays ; ce sont, si l'on veut, des Fumagines parasites. Les espèces du type astérinéen ou Astérinées ne constituent pas un groupe systématiquement défini ; il s'agit d'un type biologique résultant de l'adaptation d'éléments appartenant à divers groupes de parasites, à une vie épiphyte grâce à la pluviosité du climat de certaines régions. Les Astérinées constituent un ensemble de cas de convergence dérivés de divers groupes, dont il était nécessaire de reconnaître les types primitifs, ce qui nous a amené à étudier la plupart des groupes de Pyrénomycètes. Une partie de nos observations ont été déjà publiées [*Astérinées*, I (1918), II (1921), III (1923)] ; dans la présente note seront traitées les Myriangiales et les Atichiales.

Les Myriangiales constituent, semble-t-il, le type primitif des Pyrénomycètes ; pour exposer plus facilement les relations qui unissent ces formes primitives aux autres, il était nécessaire de donner quelques indications sur l'ensemble de la classification des Pyrénomycètes.

Le présent travail comprendra donc deux parties :

1° Considérations générales sur la classification des Pyrénomycètes ;

2° Étude des Myriangiales et des Atichiales.

***

Comme pour les espèces étudiées précédemment, nos études sur ces Champignons exotiques ont été faites en grande partie grâce aux collections du Laboratoire de Cryptogamie du Muséum d'Histoire naturelle de Paris ; nous devons remercier notre éminent maître, M. le professeur Mangin, qui a bien voulu mettre à notre disposition ces matériaux d'étude.

Enfin nous devons ajouter que la publication des nombreuses planches qui accompagnent notre texte a été faite avec l'aide de la Caisse des recherches scientifiques.

I

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA CLASSIFICATION DES PYRÉNOMYCÈTES

L'exposé que l'on trouvera ici n'a pas la prétention d'être complet ; il ne portera guère que sur les groupes que nous avons étudiés spécialement ; pour abréger, nous avons, de plus, laissé systématiquement de côté les travaux portant sur des groupes restreints et ceux qui ont été faits au point de vue cytologique ; ces derniers, relativement peu nombreux, sont bien connus ; ils ont du reste surtout fourni des indications sur les relations entre les Pyrénomycètes et les autres groupes, plutôt qu'entre les diverses subdivisions des Pyrénomycètes.

Les Pyrénomycètes peuvent être caractérisés par leurs fructifications formées par un tissu stromatique massif, continu, à cellules intimement soudées les unes aux autres, au moins au début ; ces organes reproducteurs ont souvent l'apparence d'un sclérote et sont formés en général d'une partie extérieure protectrice, assez dure et colorée et d'une partie interne plus molle et incolore ; les asques se forment dans cette dernière, dont le tissu se résorbe partiellement au fur et à mesure de la croissance des asques et peut même se gélifier complètement au centre ; mais le tissu interne qui entoure les asques n'est jamais filamenteux-cotonneux, comme chez les Plectascinées.

1° Classification proposée.

Les auteurs les plus récents ont proposé divers systèmes de classifications, mais la plupart des nouveaux groupes qu'on y a introduits ont une valeur systématique assez incertaine ; l'on peut encore s'accommoder des groupes adoptés antérieu-

rement dans les premiers volumes du *Sylloge fungorum* de SACCARDO, en opérant des modifications dans le détail et en signalant entre les divers types des relations phylogénétiques plus précises.

Les grandes lignes de la classification qui suit ont déjà été publiées [*Astérinées*, I (1918), p. 6 et 224].

CLEF DICHOTOMIQUE :

I. **Pyrénomycètes primitifs** : Asques globuleux ou ovoïdes, dispersés dans le stroma dont la paroi est, en général, peu distincte de la partie profonde.

1° Asques globuleux dispersés sans ordre. **Myriangiales.**

a. Myriangiales typiques : **Myriangiacées.**

b. Myriangiales à stroma réduit : **Saccardinulacées.**

2° Asques ovoïdes rapprochés en un hyménium rudimentaire ..... **Atichiales.**

II. **Pyrénomycètes vrais** : Asques allongés, rapprochés en un hyménium bien distinct. Paroi du stroma différenciée plus colorée et plus dure que la partie centrale. Stroma souvent dissocié en éléments uniloculaires réunis sur un mycélium filamenteux intra ou extramatrical.

1° PHÆOPYRÉNOMYCÈTES. — Partie externe des fructifications brune et relativement dure.

A. Loges ascigères sans paroi propre, protégées par la paroi générale du stroma (stromapluri- ou uniloculaire, et dans ce dernier cas souvent ressemblant à un périthèce des groupes suivants).

a. Stroma aplati en bouclier, paroi supérieure à structure typiquement radiaire (Voir *Astérinées*, I, 1918, p. 96). **Microthyriales.**

*. Microthyriales typiques (**Microthyriacées**).

α. TRIBU DES PROTOTHYRIÉES. — Stroma non divisé en loges, asques rapprochés en un hyménium général ; paroi du stroma s'ouvrant par des fentes irrégu-

lières. [Ex. : genre *Protothyrium* Arn. et *Campoa* Speg. (fig. 2).]

β. Tribu des Hémihystériées. — Asques localisés dans des « loges » allongées à ouverture linéaire (4 séries : Hystérostomellinées, Parmulinées, Morénoéllinées et Morénoïnées. (Ex. : genre *Hysterostomella* Speg., *Parmularia* Lév., *Lembosia* Lév., *Morenoina* Th.)

γ. Tribu des Cycloschizées (1). — Asques localisés dans une ou plusieurs loges annulaires entourant un axe stérile parfois très réduit, ouverture en cercle ou en disque. (2 séries : Cocconinées, Astérinellées. Ex. : genre *Cycloschizon* Henn., *Cocconia* Sacc., *Microthyrium* Mont., *Asterinella* Th., *Trichothyrium* Speg.)

ε. Tribu des Polystomellées Arn. — Asques groupés dans des loges arrondies sans axe stérile ; ouverture arrondie ou cassures étoilées. [3 séries : Polystomellinées, Wardinées (à l'exclusion des Astérinellées), Seynesiellinées.] [Ex. : genres *Polystomella* (Pl. XI), *Myriostigma* (Pl. XII et XIII), *Asterolibertia* (Pl. XIII et XIV), *Asterina*, *Englerulaster* (fig. 21), *Balladyna*, *Myiocopron*, *Seynesiella*.]

. Appendice aux Microthyriacées : **Trichopeltacées Th. : stroma mince, étendu, souvent lobé ou ramifié.

b. Stroma aplati, en bouclier. Paroi (?) supérieure à structure non radiaire.....

(1) Cette tribu est formée par la série des Cocconinées, primitivement placée dans les Hémihystériées, et par le groupe des Astérinellées, d'abord placé dans la tribu des Microthyriées Speg. Nous avons préféré supprimer ce dernier nom, qui créait une confusion avec le groupe du même nom créé par Saccardo et qui est bien différent. La nouvelle tribu des Polystomellées comprend la partie restante des Microthyriées.

..... **Hémisphériales.**

(famille unique **Hémisphériacées** Th. avec

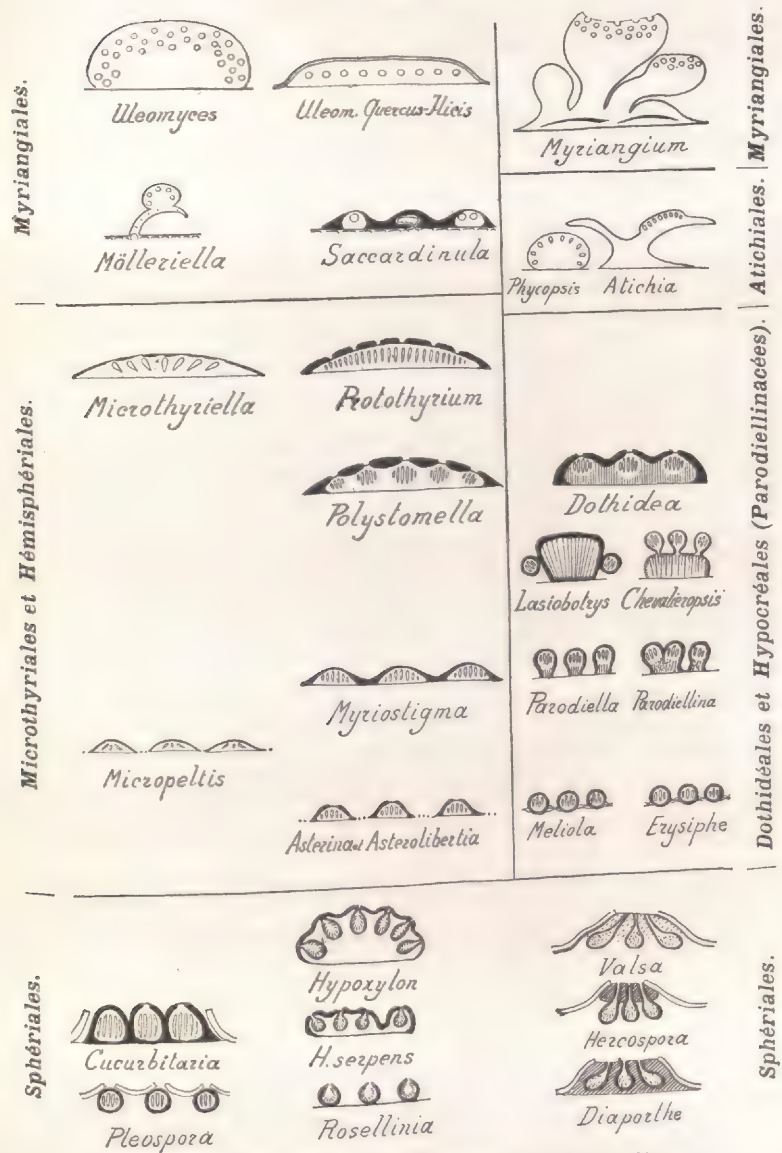


Fig. 1. — Schéma des différents groupes de Pyrénomycètes.

trois tribus : Microthyriellées, Micropeltidées, Aulographées (Voir plus

loin).

c. Stroma plus épais, en coussinet, à paroi supérieure non radiaire, loges souvent globuleuses ..... **Dothidéales.**
(Une seule famille des **Dothidéacées** avec trois tribus).

α. ? Tribu des Dothioracées Th. et Syd. — Asques non groupés en loges, formant un hyménium général unique. (Ex. : genre *Dothiora* Fries) (1).

β. Tribu des Hystériées (Hystériacées auct.). — Asques groupés en loges allongées (stroma uniloculaire), à ouverture linéaire. [Ex. : genre *Dichæna* (fig. 3), *Glonium*, *Hysterium* (fig. 3), *Hysterographium*, *Henriquesia* (fig. 3).]

γ. Tribu des Dothidéées (Dothidéacées auct.). — Loges globuleuses, stroma uni ou pluriloculaires. [3 séries : 1° Dothidinées (inclus : Eu-Dothidées, Coccoïdées et ? Leveillellées (2) de Theissen et Sydow, Lasiobotridées (genre *Lasiobotrys*, type aberrant, Pl. XV) ; 2° Dialydothidinées (= Parodiellacées Th. et Syd., genre *Parodiella* Speg., Pl. XVI) ; 3° Méliolinées Arn. (Ex. : genre *Meliola* et *Amazonia*).]

B. Loges ascigères pourvues d'une paroi propre périthéciale, même lorsqu'il existe une paroi stromatique générale (les formes uniloculaires sont souvent difficiles à distinguer des formes simples des Dothidéales) ..... **Sphériales.**

Les Sphériales présentent un grand nombre de types et surtout une abondance de formes uni-

(1) Groupe de valeur incertaine, dont certains éléments sont peut-être des Discomycètes à apothécies stromatiques.

(2) Le type du genre *Leveillella* paraît être une Microthyriacée ; le nom de la tribu serait donc à modifier, si tant est qu'elle contienne de véritables Dothidéacées.

Fig. 2. — **Campoa pulcherrima** Speg. (Microthyriacées Protothyriées), sur *Temu divaricatum*, Chili, échantillon type (Ex. herb. Spegazzini). — A. Feuille portant le Champignon à la face inférieure. — B. Deux ascostroma, gr. 10. — C. Un ascostroma vu par-dessus, gr. 33. — D. Mycélium et suçoirs dans la feuille, gr. 375. — E. Coupe d'un ascostroma, gr. 50. — F. *Id.*, gr. 375. — G. Tissu de la zone moyenne de E, gr. 1 000. — H. Ascospores libres, gr. 1000.

loculaires. Elles ont été subdivisées, par les auteurs, en un certain nombre de familles ou tribus dont la valeur systématique est fort variable ; certaines paraissent bien constituer des groupes naturels : *Xylariacées*, *Sordariacées*, *Chætomiacées*, *Sphériacées allantosporées*, etc.

2° Calopyrénomycètes. — Fuctifications de couleur vive, souvent rouge, et de consistance molle. Un seul ordre présentant des types analogues à ceux des Dothidéacées et Sphériacées, mais différant par les caractères du groupe..... **Hypocréales.**

L'ordre peut être divisé en divers familles ; nous ne signalerons que :

a. Famille des **Hypocréacées.**

b. Famille des **Parodiellinacées** Arn. (avec 4 tribus : Bagnisiopsidées, Parodiellinées, Parodiopsidées, Érysiphées [Voir *Astérinées*, II (1921) et III (1923)].

3° On peut probablement réunir à l'ordre les **Laboulbéniacées** et les **Monascacées** (genre *Monascus* et *Thielavia*).

Groupes exclus des Pyrénomycètes ou supprimés. — Les Zopfiacées Arn., dont les éléments ont été pris dans les Périsporiacées, paraissent se rapprocher des Tubéracées.

Les Caliciacées (inclus Corynéliacées) sont, pour Saccardo, Rehm et pour nous-mêmes (1), des Discomycètes ; cependant, dans un travail récent, excellent par ailleurs, Fitzpatrick (2) place le groupe des Corynéliacées dans les Sphériales, opinion qui ne paraît pas justifiée.

Les Périsporiacées Sacc. (Périsporiées Sacc., Capnodiées Sacc. et Nætrocymbées V. Höhnel) sont composées de groupes qui n'ont aucune valeur systématique ; ce sont des groupements d'éléments hétérogènes, parmi lesquels deux

(1) Arnaud (G.), Contribution à l'étude des Fumagines III (*Annales de l'École nationale d'agriculture de Montpellier*, nouvelle série, t. XII, p. 2 à 34, 1912).

(2) Fitzpatrick, Monograph of the Coryneliaceæ [*Mycologia*, t. XII (1920), p. 206-267, Pl. XII à XVIII].

subdivisions peuvent être conservées, en les plaçant dans d'autres ordres : 1° les Eurotiées (Plectascinées voisines des Gymnoascées) ; 2° les Érysiphées (Hypocréales Parodiellinacées). Les autres genres de Périsporiacées doivent être répartis entre divers groupes et surtout placés, semble-t-il, dans les Sphériales (1).

Les divers groupes de Pyrénomycètes indiqués dans le tableau précédent seront examinés sommairement.

Myriangiales (fig. 1, 13, 18, et Pl. I à VIII). — Comme il a été déjà dit, les Myriangiales constituent le groupe inférieur des Pyrénomycètes ; elles seront longuement étudiées dans les pages qui vont suivre. Les asques, globuleux, y sont dispersés dans un stroma presque homogène, les cellules extérieures de la fructification étant peu différentes des autres. Les asques émettent isolément leurs spores à l'extérieur, le plus souvent en s'allongeant jusqu'à la surface, plus rarement (*Myriangium*) par destruction progressive de la partie stérile.

Les Myriangiales dérivent évidemment des Ascomycètes inférieurs, mais il est difficile de préciser ; on pourrait les considérer comme des Plectascinées (Gymnoascées, par exemple), où le feutrage mycélien qui entoure les asques se serait serré en un tissu compact ; mais l'on ne connaît pas le mode de développement des asques.

On ne connaît, du reste, jusqu'ici, qu'un petit nombre d'espèces de Myriangiales ; celles qui ont été étudiées ont des ascospores pluricellulaires, elles ne représentent donc pas le type le plus inférieur, car les Ascomycètes inférieurs ont tous des spores unicellulaires, comme les Phycomycètes dont ils dérivent.

Les Myriangiales peuvent être divisées en deux familles : 1° Les Myriangiacées ou Myriangiales typiques ; 2° les Saccardinulacées ; cette dernière englobe un certain nombre de groupes mal définis, les Saccardiacées v. Höhnel, les Myxomyriangiacées Theissen et les Myxagyriées Th. et Syd.

Atichiales (Voir plus loin, fig. 22 à 25, et Pl. IX et X). —

(1) Les Tubéracées ont été un moment mises dans les Périsporiacées ; elles constituent évidemment un groupe naturel.

Cet ordre présente un degré d'organisation supérieur au précédent ; les asques sont groupés en certains points et leur forme est légèrement allongée. On peut considérer les plages que ces organes occupent comme des « loges » ascigères rudimentaires ; mais il n'y a pas pour chaque plage un point de sortie unique des ascospores ; à maturité, les asques s'allongent isolément à travers le tissu du stroma et viennent déverser leurs spores à la surface. Ces asques ont une paroi plus épaisse au sommet, comme cela a lieu chez la majorité des Pyrénomycètes et contrairement à ce qui se constate chez le genre *Protothyrium* et quelques autres espèces. Il n'y a que deux genres et un très petit nombre d'espèces, toutes à ascospores bicellulaires.

Le stroma des Atichiales est de consistance gélatineuse quand il est gonflé par l'eau ; mais ce caractère est d'importance secondaire et se rencontre chez d'autres Pyrénomycètes, soit à l'état normal, soit accidentellement (*Capnodium*, *Limacinia*, *Scorias*, *Englerulaster*, *Balladyna*, etc.).

Microthyriales (fig. 1, 2, et Pl. XI à XIV). — Ce groupe est caractérisé par ses stroma aplatis, en bouclier, par la paroi supérieure formée de filaments rayonnant autour du centre et par une allure générale qui permet de réunir les divers éléments de l'ordre, sans que l'on puisse toujours justifier les rapprochements par des arguments précis. Les Microthyriales ont été traitées en détail antérieurement [*Astérinées*, I (1918), p. 96].

Comme la plupart des autres ordres de Pyrénomycètes vrais, les Microthyriales présentent un grand nombre d'espèces appartenant à des types très divers, c'est une famille naturelle par enchaînement. D'une manière générale, chez les Pyrénomycètes, les groupes les plus différenciés sont les plus nombreux en espèces et les plus variés, comme si ces types avaient mieux réussi que les formes primitives à s'adapter aux diverses conditions du milieu biologique actuel. Du reste, l'évolution des Microthyriales, des Dothidéales, des Sphériales et des Hypocréales s'est faite dans des directions similaires, et il est facile de trouver dans les divers ordres des genres homologues.

Chez les Microthyriales, les formes stromatiques primitives

ou Protothyriées (genre *Protothyrium* Arn., *Campoa* Speg.), ont des asques placés parallèlement, allongés et formant un hyménium unique s'étendant à tout le stroma. Les asques restent séparés par des éléments stériles, dont les cavités cellulaires, légèrement refoulées par les asques, se disposent parfois en files parallèles simulant des paraphyses. La présence, à la partie supérieure du stroma d'une paroi protectrice dure et colorée ne permet pas aux ascospores de libérer isolément leurs spores ; cette émission ne peut se faire que le long de fentes qui se produisent irrégulièrement dans la paroi stromatique (fig. 2, C). La présence de cette paroi et l'allongement des asques distinguent ces Microthyriales primitives des Myriangiales et des Atichiales.

Chez les autres Microthyriales, les asques sont groupés en loges plus ou moins bien définies ; ces loges sont allongées, annulaires ou simplement arrondies (Voir *Polystomella clypeata*, Pl. XI, et *Myriostigma Guatteriæ*, Pl. XII et XIII). Chacune de ces trois formes caractérise une tribu, où l'on trouve, à côté des formes composées, des formes simples où les loges sont devenues chacune un petit stroma uniloculaire, souvent périthécioïde, et ces petites fructifications sont, en général, formées en grand nombre par un mycélium commun, intramatrical (Microthyriacées rhizomateuses), ou extérieur à l'hôte (Microthyriacées stolonifères, par exemple, *Asterolibertia inæqualis*, Pl. XIII et XIV).

Les formes à stroma pluriloculaire sans mycélium externe libre et les formes à stroma dissocié en éléments uniloculaires placés sur un mycélium formé de filaments isolés se relient étroitement ; ainsi il suffit de supposer que les files de cellules du *Myriostigma Guatteriæ* qui forment le bouclier radiaire s'écartent par places les unes des autres, pour avoir une disposition analogue à celle de l'*Asterolibertia inæqualis*, où le mycélium présente par places des cellules (stigmocytes intercalaires) qui envoient dans la plante un filament de pénétration. Ces stigmocytes sont homologues aux cellules pourvues d'un point clair (projection du tube de pénétration) du *Myriostigma*. Bien entendu, comme en fait, chez l'*Asterolibertia*, les ascostroma se forment isolément sur le mycélium aux dépens

d'un point de ce mycélium, chacun d'eux forme un système isolé de fibrilles rayonnant autour du point d'origine.

Dans les « loges ascigères », le tissu stérile du stroma est plus ou moins gélifié, mais il persiste souvent des éléments paraphysoïdes ; il ne paraît pas y avoir de vrais paraphyses.

A peu près toutes les Microthyriacées (qui forment la grande masse des Microthyriales) sont parasites des plantes vasculaires et surtout des Phanérogames ; quelques espèces seulement vivent aux dépens d'autres Pyrénomycètes (genre *Trichothyrium*, etc.).

Les Hémisphériales réduites ici à la famille des Hémisphériacées de Theissen constituent un groupe incomplètement connu qui paraît se rapprocher des Microthyriacées, avec lesquelles elles étaient autrefois confondues.

Dothidéales. — Les Dothidéales forment un groupe parallèle à celui des Microthyriales, dont elles se distinguent par les stromas plus épais et les loges plus globuleuses. Le mode de formation du stroma paraît aussi différent ; ces organes sont en général formés ici par des filaments dressés côte à côte et parallèles au moins au début (Voir fig. 1, 3, et Pl. XV et XVI).

Les Hystériacées typiques ne sont que des Dothidéacées à loges allongées s'ouvrant par une fente (fig. 3) ; elles sont homologues des Microthyriacées Hémihystériées.

Les Dothidéales à fructifications uniloculaires paraissent jusqu'ici former des types moins variés que les Microthyriacées à stroma simple. Dans le cas le plus simple, le stroma est simplement scindé (phylogénétiquement parlant) en fragments comprenant une seule loge, comme chez les Dialydothidinées (genre *Parodiella*, Pl. XVI, fig. A, B, D), où les loges sont réunies en grand nombre sur un mycélium interne commun. Un type remarquable est formé par le genre *Lasiobotrys*, qui possède un stroma typique de Dothidéales, mais où les loges ascigères, au lieu de se former à l'intérieur, sont produites par bourgeonnement d'une cellule de la surface (Pl. XXIV), comme cela a été indiqué depuis longtemps par Berkeley.

Les Méliolinées (genre *Meliola* et *Amazonia*) paraissent être

des Dothidéales à fructifications uniloculaires groupées sur un mycélium *externe* fumagoïde ; c'est le type le plus différencié du groupe ; il est homologue des Microthyriacées stolonifères (genre *Asterina*, etc.). Toutes les Dothidéales connues paraissent être parasites des plantes supérieures.

Comme cela a été déjà signalé, les formes uniloculaires des Dothidéales sont souvent difficiles à distinguer des Sphériales simples ; on ne possède actuelle-

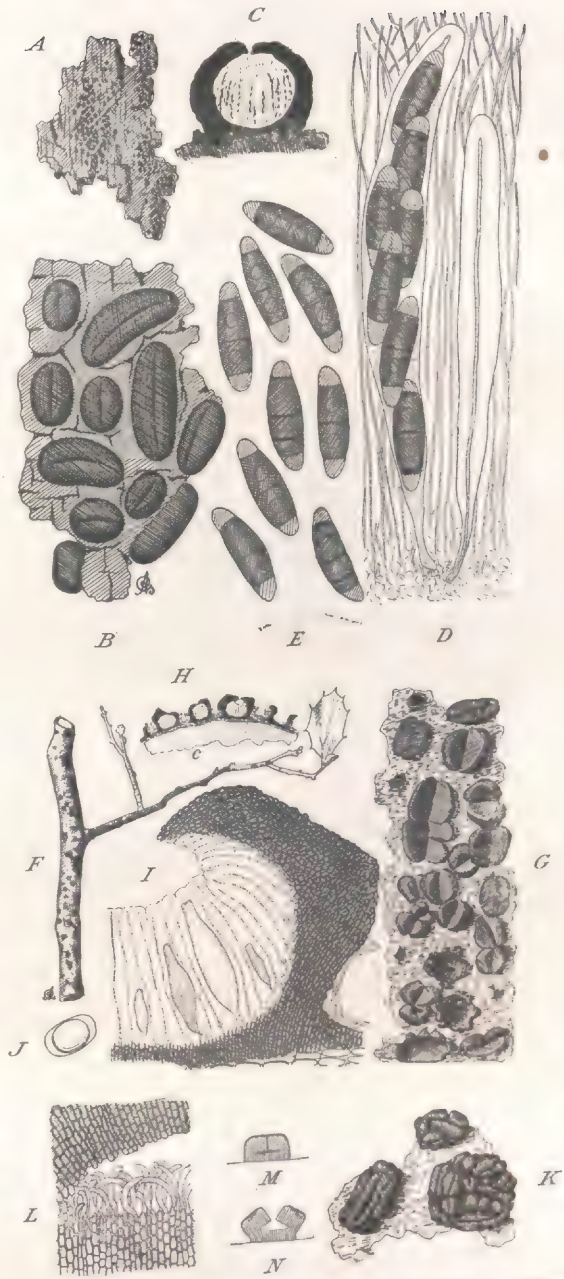


Fig. 3. — **Hysterium pulicare** Pers., sur écorce du tronc d'un *Quercus Ilex*, Montpellier, 24 mai 1911 : A. Gr. nat. ; B. Grossi ; C. Gr. 27 ; D et E. Gr. 450. — **Dichæna quercina** (Pers.) Fries, sur rameau de *Quercus coccifera* : fig. F à J. — **Henriquesia coccifera** (Sacc.) Arn., sur rameau de *Quercus coccifera* : K. Périthèces ; L. Pycnides. — **Hystériacées**. Schéma de la formation des conceptacles (fig. M et N).

ment aucun caractère précis qui permette de faire une distinction; il y a pour chacun des groupes une allure générale dans l'appréciation de laquelle les dispositions personnelles de chaque mycologue jouent un rôle important; cette confusion entre les deux groupees a amené certains auteurs (v. Höhnel, Theissen et Sydow) à exclure des Sphériales un certain nombre de genres à périthèces d'allure sclérotique pour en former la famille des Pseudosphériacées placée dans les Dothidéales ou au

Fig. 4. — **Physalospora Cydoniæ** Arn., sur écorce morte de *Cydonia vulgaris*. Montpellier, déc. 1911. — A. Coupe d'une vieille pycnide et d'un périthèce, gr. 70. — C, D, E. Asques et ascospores, gr. 450. — E. Stylospores, gr. 450.

voisinage. Ces Pseudosphériacées peuvent être considérées soit comme des Sphériales dothidéoïdes, soit comme des Dothidéales sphérioïdes ; pour la plupart de ces genres, on ne possède actuellement aucun motif d'adopter l'une ou l'autre de ces deux opinions. En étendant l'idée première émise par v. Höhnel, Theissen et Sydow ont été amenés à englober dans les Pseudosphériales presque tout ce qui restait de Sphériacées (diverses familles comme les Xylariacées, etc., en ayant été déjà séparées); il est préférable, au lieu de procéder à un changement sans utilité certaine, de conserver le

nom de Sphériacées jusqu'à ce qu'une étude plus décisive permette d'arriver à une classification naturelle.

Sphériales. — Les Sphériales constituent le groupe de Phæopyrénomycètes le plus éloigné de la souche primitive ; quoique la parenté avec les autres ordres soit très étroite, il

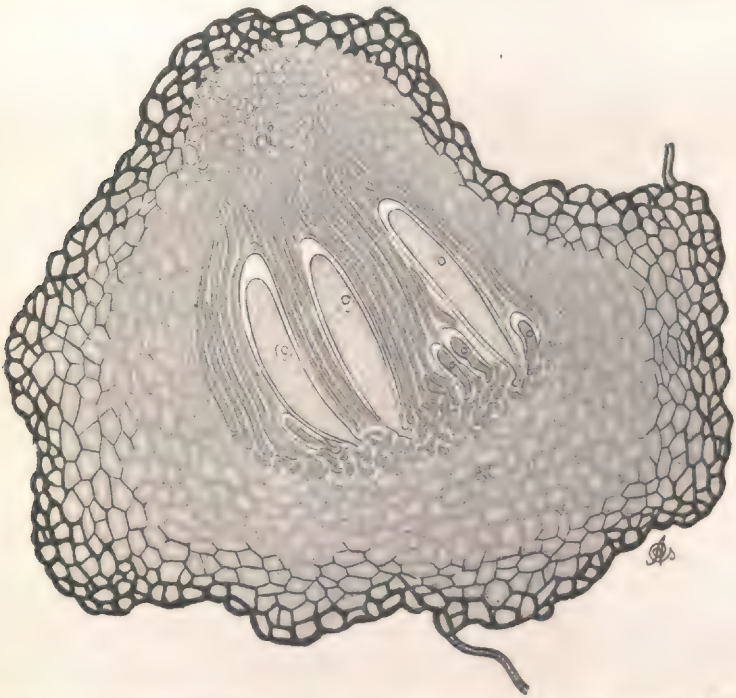


Fig. 5. — **Pleospora herbarum** (Pers.) Rabenh., sur feuilles de *Festuca pratensis*, Montpellier, janvier 1910. Coupe d'un périthèce demi-mûr, gr. 375.

est difficile d'établir une filiation exacte. Comme il vient d'être dit, certains genres, dont on a voulu former la famille des Pseudosphériacées, pourraient être considérés comme des Dothidéales uniloculaires (Ex. : *Pleospora*, fig. 5). Mais le problème est plus compliqué quand il s'agit des Sphériacées composées ; chez ces dernières, on trouve un stroma général qui ne s'éloigne guère de ceux du groupe précédent (certains *Hypoxylon* non mûrs pourraient être pris pour des Dothidéacées) ; mais, à l'état de complet développement, ces espèces

possèdent autour de chaque loge ascigère une paroi périthéciale bien distincte au moins en apparence, ce qui empêche de les assimiler aux Dothidéacées.

Il est du reste possible qu'il y ait plusieurs solutions au problème, c'est-à-dire que le stroma des Sphériales composées n'ait pas toujours la même origine phylogénétique. Dans certains cas, on pourrait penser que le stroma est une formation

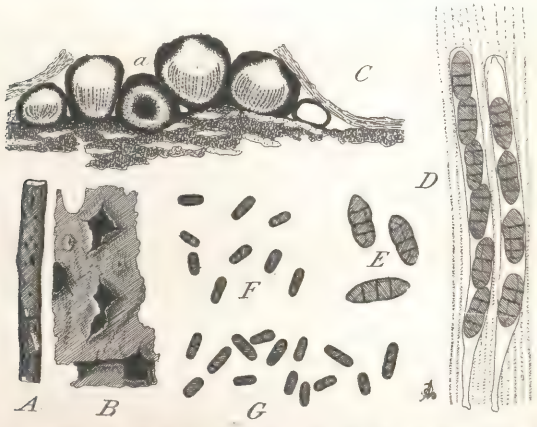


Fig. 6. — **Cucurbitaria Spartii** (Nees.) Ces. et De Not., sur rameau de *Genista scorpius*, Montpellier, 27 avril 1911. — A. Gr. nat. — B. Grossi. — C. Coupe de périthèces et d'une pycnide (*a*), gr. 27. — D et E. Asques et ascospores, gr. 450. — F, G. Stylo-spores, gr. 450.

secondaire d'origine mycélienne englobant des périthèces primitivement simples ; ainsi les trois types figurés ici : *Valsa ambiens* (Pers.) Fries (fig. 10), *Hercospora Tiliæ* Tul. (fig. 11) et *Diaporthe leiphæma* (Fr.) Sacc. (fig. 12), pourraient représenter des étapes successives de la condensation du mycélium en un stroma englobant les périthèces. Il y aurait eu dans l'évolution des Dothidéales-Sphériales deux tendances successives et de directions opposées : 1° la fragmentation du stroma des Dothidéacées en « périthèces » uniloculaires ; 2° l'incorporation de ces périthèces dans un stroma secondaire formé aux dépens du mycélium ; cela expliquerait

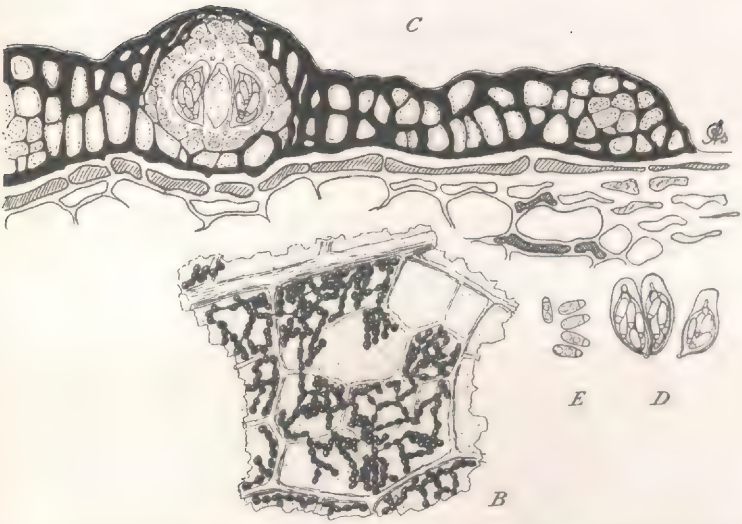


Fig. 7. — **Sphærella Eryngii** (Wallr.) Cooke, sur feuille d'*Eryngium campestre*, Montpellier, 24 janvier 1912. — B. Gr. 23. — C, D et E. Périthèces, asques et ascospores, gr. 450.

Fig. 8. — **Capnodium meridionale** Arn. (fig. A à C), sur *Cistus monspeliensis*, à Montpellier, et **C. Oleæ**, Arn. (fig. D), sur *Olea europea*, à Aniane (Hérault). — A et D. Coupe des périthèces. — B. Ostiole vu par-dessus. — C. Asque.

la présence de deux parois, paroi périthéciale et paroi stromatique ; malheureusement une pareille explication est tout hypothétique ; une étude comparée très attentive du développement d'un grand nombre de Sphériales serait nécessaire pour se faire une opinion plus solide sur ce point ; il y a du reste des cas où la transformation des Sphériales composées en Sphériales simples est au moins aussi vraisemblable que le phénomène inverse ; par exemple on passe assez naturelle-

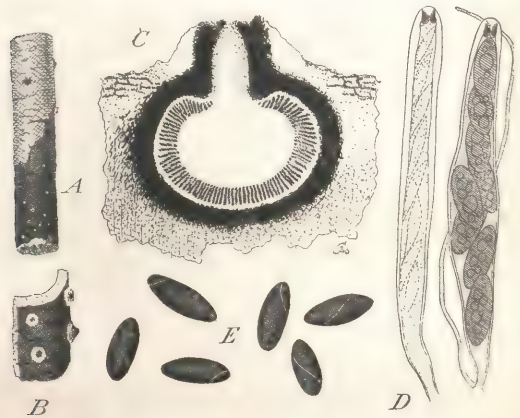


Fig. 9. — **Anthostoma ? Vincensii** nov. sp. (1), sur rameau tombé de *Quercus sessiliflora pubescens*, Montpellier, 31 mai 1911. — A. Gr. nat. — B. Gr. 3. — C. Gr. 27. — D et E. Asques, paraphyses et ascospores, gr. 450 (le bouchon des asques colorable par l'iode a été marqué par des hachures) (voir diagnose p. 717).

ment des Xylariacées composées aux *Rosellinia* à périthèces simples, par l'intermédiaire de certains *Hypoxylon* où le stroma a tendance à se lober et à se dissocier.

La structure interne du « périthèce » des Sphériales demande a être décrite, car il semble bien que la première idée de la famille des Pseudosphériacées soit née par suite d'une méconnaissance de cette structure dans l'ensemble du groupe. On peut distinguer trois types principaux.

(1) Voir note 1, p. 665.

1° Type dothidéoïde (fig. 4 à 8 et Pl. VIII). — Ce type est le plus simple (*Physalospora*, *Guignardia*, *Sphærella*, *Dimerium*, *Acanthostomella*, *Pleospora*, *Cucurbitaria*, *Capnodium*, et généralement les Pseudosphériacées de Theissen et Sydow), c'est celui des périthèces contenant un petit nombre d'asques. Ces périthèces présentent, au début, l'apparence de sclérotes ; on trouve à l'extérieur une couche formée de cellules à parois brunes qui se continue à l'intérieur par le pseudoparenchyme central incolore formé de cellules assez régulières ; cet état peut durer plusieurs mois (*Guignardia Bidwellii*).

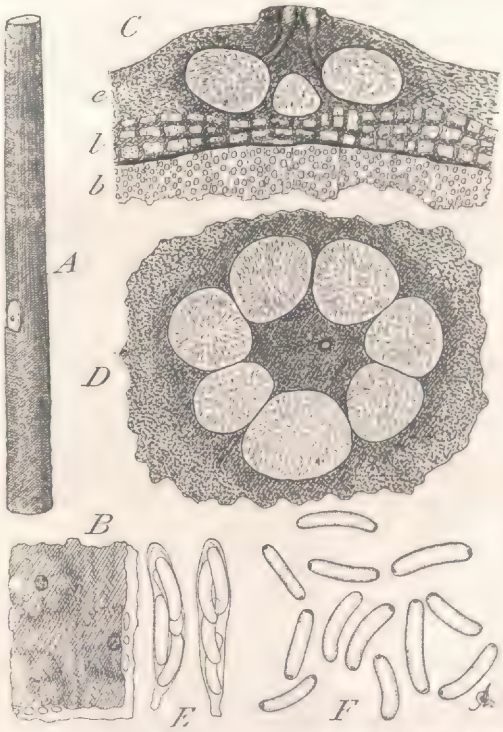


Fig. 10. — **Valsa ambiens** (Pers.) Fr., sur rameau mort de *Salix alba*. — A. Gr. nat. — B. Vu à la loupe. — C. D. Coupe transversale et horizontale de groupes de périthèces, gr. 27. — E, F. Asques et ascospores, gr. 450.

Quand les asques se développent à partir de la base du périthèce, ils s'allongent en provoquant la gélification du tissu central, qu'ils remplacent ; ce tissu central peut disparaître complètement ou subsister partiellement (fig. 4 à 8). On trouve ainsi au centre du périthèce des asques serrés les uns contre les autres ou plus ou moins entourés des restes du tissu primitif ; il n'y a pas de cavité périthéciale réelle ; la cavité ne se forme que lorsque les conceptacles se vident de leurs spores, à maturité. Ce type dothidéoïde est probablement le plus commun ; mais les périthèces de ce genre sont en général petits, et leur struc-

ture est plus difficile à étudier, tandis que le troisième type est le plus familier ; ce dernier comme le second rentre dans le type des périthèces à grand nombre d'asques.

2° Type plectascinoïde. — Les asques ne se développent pas en même temps ; les premiers formés étirent leur partie inférieure en un long pédicelle, et leur partie sporifère gonflée est refoulée vers le haut par les asques formés ensuite ; le périthèce est finalement rempli d'asques dont la partie

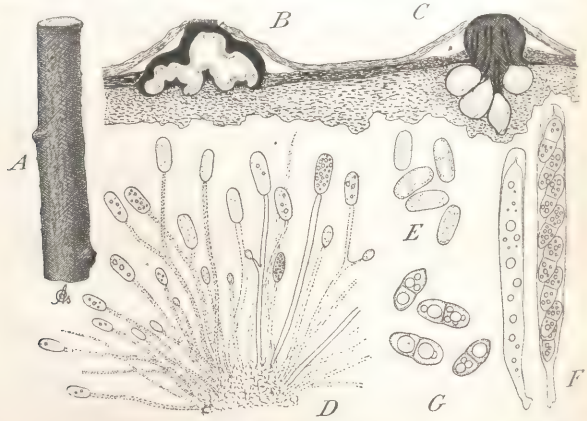


Fig. 11. — **Hercospora Tiliæ** Tul. et sa forme pycnide **Rabenhorstia Tiliæ** Fr., sur rameau tombé de *Tilia silvestris*, Montpellier, 7 mai 1911. — A. Gr. nat. — B, C. Pycnide et périthèces, gr. 15. — D, E. Stylospores, gr. 450. — F, G. Asques et ascospores, gr. 450.

sporifère se trouve à un niveau variable suivant l'âge ; à complet développement, le périthèce présente un peu la disposition d'une Plectascinée. Ce type n'est pas particulier aux Sphériales et se retrouve chez divers autres groupes : Dothidéales (*Meliola* ; voir *Astérinées*, I [1918], Pl. LII, fig. M), Hypocréales (*Melanospora*), Discomycètes (Coryné-liacées, etc.).

3° Type sphérioïde. — C'est le type le plus connu et celui qui est en général considéré comme le type des Sphériacées (fig. 9). Comme dans le premier cas, les asques se dressent côte à côte et ont un développement assez uniforme ; mais,

pour qu'un grand nombre d'asques puissent se loger dans un hyménium régulier, il est nécessaire que le périthèce soit relativement grand. C'est le cas, par exemple, des Xylariacées ; la paroi du périthèce est tapissée intérieurement d'une couche d'asques dont le sommet est dirigé vers le centre ; mais ces asques ne sont pas assez longs pour remplir le périthèce, et ce dernier présente au centre une cavité au moins à l'état sec.

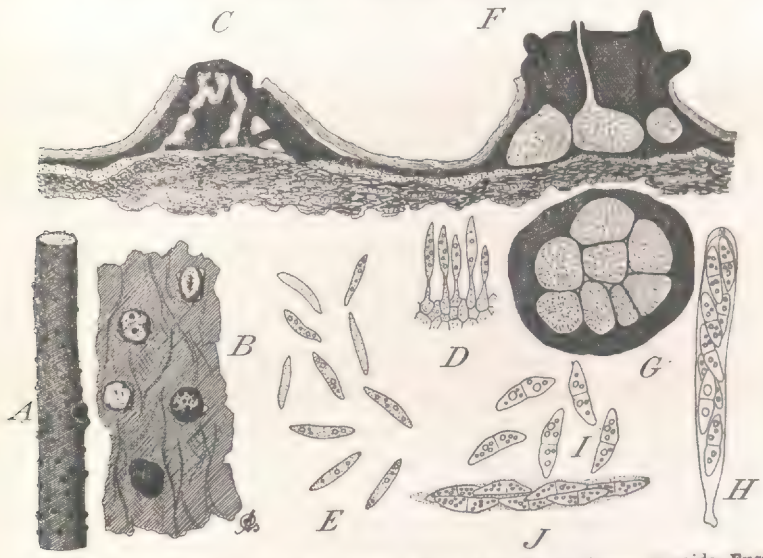


Fig. 12. — **Diaporthe (Chorostate) leiphæma** (Fr.) Sacc. et sa forme pycnide **Fusicoccum quercinum** Sacc., sur rameau de *Quercus Robur*, Montpellier, 3 mai 1911. — A. Gr. nat. — B. Gr. 6. — C et F. Coupe d'une pycnide et de périthèces, gr. 15. — D et E. Stylospores, gr. 450. — G. Coupe horizontale d'un groupe de périthèces et du stroma, gr. 15. — H à J. Asques et ascospores, gr. 450.

Le genre *Rosellinia* (Xylariacées simples) fournit un cas idéal de ce type ; la figure 9 représente une disposition analogue, mais chez une Xylariacée à périthèce inclus dans le substratum : l'*Anthostoma* ? *Vincensii* nov. sp. (1).

Les Sphériales présentent, comme les deux groupes précédents, des types parasites astérinoïdes, c'est-à-dire à mycélium partiellement externe et noir, types localisés dans les régions pluvieuses du globe (*Venturia Straus-*

(1) Ce Champignon rentre dans le genre *Anthostoma* dans le sens usuel du mot, mais ce genre doit être divisé, certaines espèces étant de véritables Xylariacées, comme l'a déjà indiqué F. Vincens.

sii Sacc. et Roum., *Herpotrichia nigra* Hartig, etc.).

Au point de vue biologique, les Sphériales présentent les mêmes types que les Microthyriales (et *a fortiori* que les Dothidéales) ; c'est-à-dire qu'on y rencontre des espèces parasites des plantes vasculaires, et d'autres parasites d'autres Champignons ; mais, de plus, elles présentent des espèces parasites des autres Cryptogames, et enfin un grand nombre de genres sont saprophytes, fimicoles même, et peuvent être cultivés sur des milieux artificiels.

Les Sphériales sont assez fréquentes parmi les parasites des Champignons astérinoïdes et en particulier des Microthyriacées ; on peut citer comme exemple l'*Acanthostomella Lepidagathis* n. sp., dont les périthèces et les pycnides se forment dans les fructifications d'un *Asterina*, et le *Dimerium Saccardinulæ*, parasite d'une Saccardinulacée (Pl. VIII).

Enfin, tandis que les formes conidiennes (et à un moindre degré les pycnides) sont rares chez les Microthyriales et les Dothidéales, ces organes sont fréquents chez les Sphériales et jouent souvent un rôle prépondérant dans la multiplication de ces Champignons (1). Le saprophytisme et les formations conidiennes paraissent une acquisition récente dans l'évolution philogénétique des Pyrénomycètes.

Les Hypocréales sont, à ces divers points de vue, analogues aux Sphériales.

Hypocréales. — Les Hypocréales présentent des dispositions analogues à celles des Sphériales et soulèvent les mêmes problèmes. Les deux groupes se distinguent par la consistance et la couleur des fructifications et, dans une certaine mesure, par la nature des formes conidiennes.

Au point de vue biologique, les deux groupes sont assez semblables ; cependant les Hypocréales présentent un nombre beaucoup plus considérable d'espèces parasites des Champignons (*Calonectria*, etc.) et des Insectes ; par ce dernier point, elles ont des analogies avec les Myriangiacées, auxquelles elles

(1) Les formations conidiennes ont un développement plus rapide que les périthèces et permettent une multiplication plus facile dans les pays où le climat n'est pas constamment favorable à la dissémination des Champignons.

ressemblent du reste par la couleur et la consistance. Il y a également un grand nombre d'espèces saprophytes dont cer-

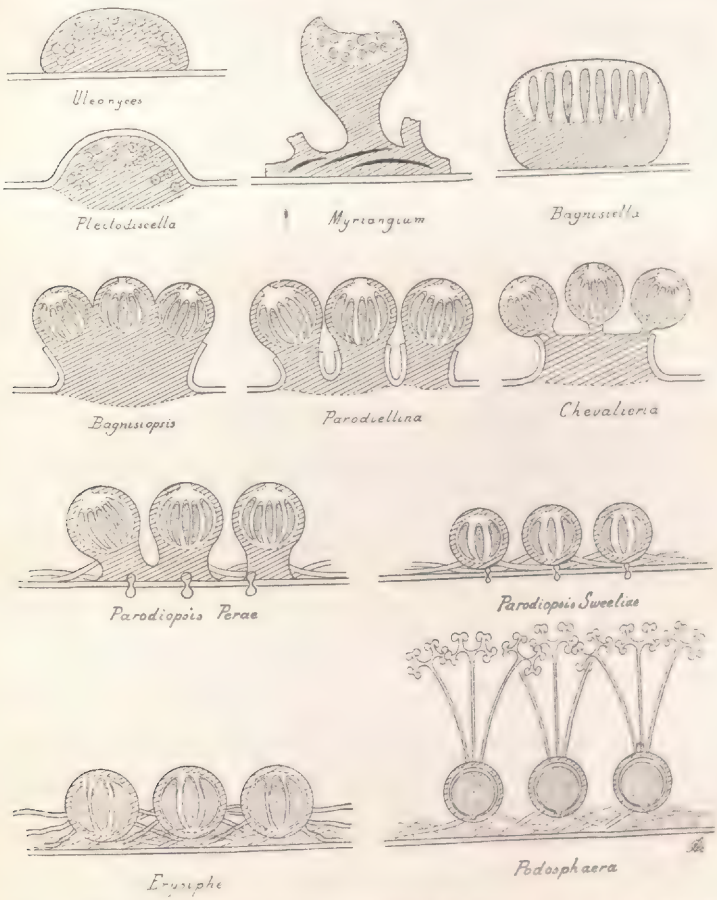
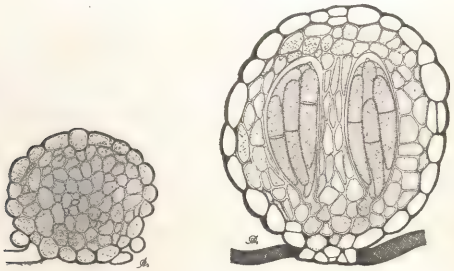


Fig. 13. — Schéma montrant les relations entre les Myriangiales et les Parodiellinacées (*Bagnisiopsis* et suivants; *Chevalieria* Arn. 1921 = *Chevalieropsis* 1923).

taines forment facilement des périthèces en cultures sur milieu artificiel (*Melanospora*).

Parmi les formes parasites des Phanérogames, nous avons particulièrement étudié [*Astérinées*, II (1921) et III (1923)] une famille d'Hypocréales, les Parodiellinacées Arn., qui se distingue du reste de l'ordre par une allure générale assez particulière. Cette famille comprend trois tribus des régions

tropicales : Bagnisiopsidées, Parodiellinacées, Parodiopsidées (Ex. : genre *Parodiopsis*, voir fig. 14), et une quatrième cosmopolite : Érysiphées (Ex. : genre *Microsphæra*, voir fig. 15). Cette dernière, bien connue, a été longtemps placée dans le groupe hétérogène des Périsporiacées ; elle constitue le type le plus évolué des Parodiellinacées et l'un des types les plus différenciés des Pyrénomycètes. Les Parodiellinacées sont souvent remarquables par l'abondance de pigments solubles



a. *b.*

Fig. 14. — **Parodiopsis Stevensii** Arn., sur *Inga vera*, à Porto-Rico. — *a*. Périthèce jeune. — *b*. Périthèce presque mûr, le tout gr. 400.

dans les dissolvants anhydres (chloroforme, éther sulfurique, huiles, etc.) ou acides (acide acétique, lactique, etc.) ; ces pigments sont probablement des carotinoïdes.

On peut relier aux Hypocréales les familles des Monascacées (genre *Monascus* et *Thielavia*) et des Laboulbéniacées.

2° Classifications diverses.

Les idées qui viennent d'être exposées plus haut nous sont en grande partie personnelles ; elles sont, dans une certaine mesure, hypothétiques, comme du reste toutes les vues phylogénétiques ; mais, quelle que soit l'opinion que l'on ait sur leur valeur, nous croyons qu'elles permettent d'exposer les relations des divers groupes de Pyrénomycètes d'une façon plus

satisfaisante que ne le font les systèmes de classification utilisés jusqu'ici.

Il convient cependant de signaler les principaux systèmes antérieurs, dont on trouvera un exposé plus complet dans les ouvrages cités de leurs auteurs.

Anciennes classifications. — Les premiers mycologues ont décrit un grand nombre d'espèces de *Sphæria*, genre qui,

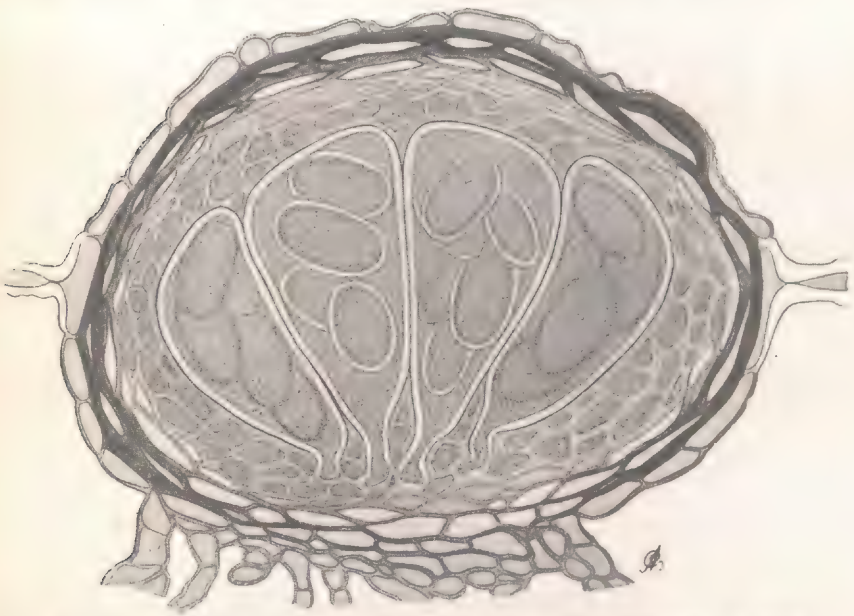


Fig. 15. — **Microsphæra quercina** (Schw.) Burrill, sur *Quercus sessiliflora* var. *pubescens* Math. (*Q. pubescens* Willd.). Cavillargues (Gard), 12-14 sept. 1920. — Coupe d'un perithèce presque mûr; la base seule des fulcres a été représentée, gr. 800.

considérablement accru puis subdivisé, a constitué la plus grande partie des Pyrénomycètes. Il est inutile d'examiner en détail les ouvrages bien connus de Persoon, De Candolle, Corda, Montagne, Leveillé, etc., etc.

Fries a créé un certain nombre de groupes de Pyrénomycètes, dont les noms subsistent encore aujourd'hui, mais cet auteur, peu familiarisé avec ce type de Champignons, confondait encore dans son *Systema mycologicum* les formes à asques et les pycnides. Fuckel (*Symbolæ mycologicæ*) a donné des indications plus précises, mais les subdivisions qu'il a éta-

blies dans le groupe des Sphériacées ne sont pas naturelles. Les Tulasne ont donné un exemple admirable ; malheureusement leur *Selecta fungorum carpologia* n'embrasse qu'une faible partie du groupe.

Classification du « Sylloge fungorum » de Saccardo. — La première classification d'ensemble des Pyrénomycètes qui ait eu une utilité notable pour la science est celle de Saccardo. Les grands groupes sont ceux déjà nommés par Fries et Fuckel, mais Saccardo a procédé à une revision plus ou moins complète des genres et des espèces. Son œuvre doit surtout son utilité à ce que cet auteur a reconnu que le mode de cloisonnement, la couleur et les dimensions des ascospores constituent les caractères les moins variables et surtout les plus faciles à observer chez les Pyrénomycètes.

Il a pu établir, dans les groupes, des subdivisions artificielles, mais très commodes pour les déterminations, basées sur les ascospores. Cette classification, aidée de l'immense compilation de diagnoses qu'est le *Sylloge fungorum*, a rendu de grands services ; elle en aurait rendu de plus grands encore si l'auteur avait pu éliminer toutes les espèces mal décrites, poids mort que Theissen appelle du « balast » ; malheureusement, la loi de priorité adoptée malencontreusement en 1867 et maintenue par les congrès botaniques postérieurs ne permet pas de pratiquer le sévère élagage qui seul pourrait laisser la systématique mycologique prendre un développement en rapport avec l'état actuel de la science.

Au sujet de la classification basée sur la structure des spores, on doit signaler que, dès 1845, Castagne avait proposé des divisions analogues dans le genre *Sphæria* ; mais ce zélé botaniste ne possédait pas les moyens d'études nécessaires pour pouvoir développer convenablement cette idée ingénieuse.

La classification du *Sylloge fungorum* a un peu varié au cours de la publication ; on peut se rapporter surtout aux deux premiers volumes (1882-1883).

Classification de von Höhnel. — Les idées du professeur von Höhnel sur la systématique des Champignons sont assez difficiles à condenser, car cet auteur a étudié, le plus souvent sans ordre logique, deux milliers d'espèces appartenant aux

groupes les plus divers, et il en a fait l'objet de notes (*Fragm. z. Myk.*) placées à la queue leu leu, sans doute au fur et à mesure que les échantillons étaient étudiés ; si l'on considère que les opinions de l'auteur ont varié, qu'elles portent souvent sur des Champignons peu connus et mal décrits, que dans ce long travail on ne trouve que de rares figures, on nous excusera de nous limiter ; on ne trouvera ici que des indications sommaires sur les relations entre les Myriangiacées et les autres groupes de Pyrénomycètes.

En 1909, dans le fascicule VI de ses *Fragmente zur Mykologie*, sous le nº 244, von Höhnel a publié le résultat d'une revision des Myriangiacées; à cet occasion, page 77 (351), il a donné quelques indications générales ; il constitue un groupe des Dothidéales comprenant trois familles : Pseudosphériacées von Höhnel, Myriangiacées et Dothidéacées.

Classification de Theissen et H. Sydow. — Ces deux auteurs ont poursuivi séparément ou ensemble des revisions analogues à celles de von Höhnel et en ont publié les résultats dans de nombreuses notes ; ils ont eu cependant l'heureuse idée de condenser leurs observations dans quelques publications récentes ; l'on peut se faire une idée assez exacte de leurs systèmes en consultant les trois ouvrages suivants : *Dothidéales* (1915), *Synopt. Tafeln* (1918) et *Pseudosphæriales* (1918) (Voir à l'*Index bibliographique*).

Dans le premier travail est donnée une classification détaillée des Dothidéales ; cette classification a été assez fortement remaniée dans le troisième par l'exclusion des Polystomellacées (placées dans les Hémisphériales, puis rapprochées des Phacidiées), des Montagnellacées (placées dans les Pseudosphériacées) et des Phyllachroracées (dont la place définitive n'est pas indiquée). Il ne reste donc guère dans les Dothidéales que les Dothidéacées. Dans le dernier travail, Theissen et Sydow ont adopté a peu près les idées de von Höhnel en réunissant les Myriangiacées, les Pseudosphériacées et les Dothidéacées (groupes promus au rang d'ordre). Les autres ordres traités dans les *Synopt. Tafeln* sont, semble-t-il, laissés indépendants, les Hémisphériales étant cependant rapprochées des Discomycètes.

II

ORDRE DES MYRIANGIALES

Historique. — Ce groupe a été peu étudié au point de vue biologique, et son histoire est celle de la systématique. Il tire son origine du genre *Myriangium* créé en 1845 par Montagne et Berkeley pour un Champignon où les asques globuleux sont dispersés dans un stroma, disposition qui constitue encore le caractère le plus spécial au groupe. Le type du genre, *Myriangium Duriæi*, a été d'abord placé dans les Lichens (Collemacées) ; Mougeot [*Bull. Soc. bot.*, IV (1857), p. 916] avait émis des doutes sur l'exactitude de cette classification ; on n'a reconnu avec certitude ses rapports réels avec les Champignons que plus tard, et c'est il y a peu d'années encore que l'on s'est aperçu que le Champignon se développait aux dépens de Cochenilles (Hémiptères Coccides) et non sur les branches d'arbres qui paraissaient le porter.

Il n'est pas possible de donner ici un exposé complet de l'évolution de nos connaissances sur ce groupe. Depuis les travaux de Montagne et Berkeley, de nombreux genres ont été créés, parfois sans que les auteurs se soient doutés de leurs affinités avec le genre *Myriangium*, encore égaré parmi les Lichens.

Un groupement général des Myriangiacées vraies ou supposées a été fait par Saccardo dans les volumes VIII (p. 843) et XVI (p. 799) du *Sylloge fungorum*. Enfin, dans ces dernières années, le remaniement de ce groupe a été effectué, pas toujours très heureusement, par von Höhnel d'abord [*Fragm. z. Myk.*, VI (1909), nº 244, etc.], puis par Theissen [*Mykol. Abhandl.* (1916), p. 312], enfin par Theissen et Sydow [*Synopt. Tafeln* (1918), p. 433].

Nous avons donné précédemment nous-mêmes quelques

indications générales sur les Myriangiales [*Astérinées*, I (1918), p. 6 ; II (1921), p. 9, 29, 39], auxquelles nous avons réuni les genres qui forment ici la famille des Saccardinulacées.

Mode de vie. — Pendant longtemps on a cru que les *Myriangium* se développaient directement sur la plante phanérogame qui les porte. ZIMMERMANN [*Javan. Ascom. parasit. Coccid.* (1901), p. 876] a indiqué en 1901, assez timidement, que le *Myriangium Duriæi* vivait sur une Cochenille.

P. HENNINGS a signalé qu'un *Uleomyces* se développait sur un autre Champignon. Ce sont là, en effet, les deux modes de vie des Myriangiacées proprement dites.

ZIMMERMANN [*Tropisch Pilze*, I (1901), p. 140] a constaté que son *Mölleriella Sirih* se développait sur les poils de la feuille-hôte ; c'est, semble-t-il, ainsi que vivent toutes les Saccardinulacées, quoique VON HÖHNEL le conteste pour le *Mölleriella mirabilis*.

On ne connaît rien sur la cytologie et sur les premiers stades de développement de ces Champignons.

CONSISTANCE ET COLORATION DES PAROIS CELLULAIRES. — On sait que ces caractères ont une importance pour la distinction des groupes de Pyrénomycètes vrais. Les Hypocréales présentent, en général, une teinte vive et une consistance charnue, tandis que les autres ordres sont bruns ou noirs et ont une texture plus ferme.

Chez les Myriangiales, les distinctions ne sont pas aussi nettes ; mais on trouve à peu près tous les types : les *Uleomyces* sont charnus et souvent rouges, les *Myriangium* coriaces, charnus et bruns, et les *Saccardinula* ont à peu près la consistance ferme et la couleur brune des Microthyriacées.

MYCÉLIUM ET FORMES CONIDIENNES. — Le mycélium est en général peu développé, l'individu vivant aux dépens d'un organe qui est riche en matières nutritives et souvent isolé de ses semblables (Cochenille adulte, périthèce de Pyrénomycètes). Il semble bien, du reste, que le mycélium des Pyrénomycètes parasités continue un certain temps à fonctionner et à alimenter la Myriangiacée qui s'est substituée à ses propres fructifications.

On ne connaît pas avec certitude de forme conidienne ; on peut penser que, dans plusieurs cas au moins, celle qui a été attribuée à la Myriangiacée appartenait à l'hôte [Voir *Cookella microscopica* et *Uleomyces* (*Elsinoe*) *veneta*].

Stroma fertile. — Il résulte du faible développement du mycélium filamenteux que l'individu est formé presque entièrement par un ascostroma

Dans le type le plus simple (*Uleomyces*, *Cookella*), le stroma est en coussinet hémisphérique ou aplati ; la face inférieure est appliquée sur l'hôte indirect phanérogame, sur une feuille en général ; dans toute la partie moyenne sont dispersés des asques globuleux, séparés entre eux par les éléments du stroma. Chez les *Myriangium*, le stroma basilaire émet des clavules dont la partie supérieure seule est fertile. Les Saccardinulacées constituent des types réduits où le stroma, parfois très mince, ne contient qu'un petit nombre d'asques ; cette réduction peut être en rapport avec le mode de vie sur des organes moins riches en matière nutritive.

La disposition des asques des Myriangiales ressemble à celle des Tubéracées, mais ici elle est primitive et non le résultat d'un plissement de la couche hyméniale. La disposition se rapproche davantage de celle des Plectascinées (*Gymnoascus*, etc.) ; mais, chez les derniers, les asques sont entourés de filaments entrelacés mais ne formant pas un stroma compact.

Les asques des Myriangiales paraissent être toujours octospores. Dans tous les types étudiés par nous, les ascospores étaient cloisonnées dans deux sens (dictyées) et incolores, sauf chez le *Cookella microscopica*, où elles sont brunes. Divers auteurs ont décrit des ascospores d'un autre type chez des espèces que nous ne connaissons pas (Didymées, Phragmiées, etc.). Les Myriangiales Dictyosporées semblent s'éloigner, par le mode de cloisonnement des ascospores, du type primitif des Ascomycètes ; les formes inférieures de ce groupe et même les Plectascinées ayant des ascospores unicellulaires.

A maturité, la paroi de l'asque se gonfle et s'allonge, s'insi-

nuant entre les cellules du stroma en partie dissociées, jusqu'à la surface où les ascospores sont déversées (Cookellacées) ; c'est ce qu'avait déjà indiqué LAGERHEIM pour le *Saccardia Durantæ* (Voir *Mölleriella Durantæ*). On sait que ce mode d'émission des ascospores est connu depuis longtemps chez des Pyrénomycètes et des Discomycètes. Nous l'avons figuré chez les Microthyriacées à tissu paraphysoïde [*Astérinées*, I (1908), Pl. VIII, fig. G; XVII, fig. G; XXII, fig. F., etc.] et chez les Parodiellinacées [*Astérinées*, II (1921), Pl. II, fig. E, et IV, fig. I]. Par exception, chez le *Myrinagium Duriæi*, la mise en liberté des asques est le résultat d'une désagrégation des cellules du stroma qui débute au sommet des clavules et s'étend peu à peu vers le centre de la zone fertile.

PARASITES ET COMMENSAUX DES MYRIANGIACÉES. — Les Myriangiacées, qui sont déjà des hyperparasites, peuvent elles-mêmes être attaquées par d'autres Champignons. Ainsi RACIBORSKI [Voir SACC., *Syll.*, XXII (1913), p. 213] a décrit en 1909 une Sphériacée (*Herpotrichia Myriangii* RAC.) sur un *Myriangium*, à Java. MASSEE [*Redescript. Berkeley's types*, (1896?) p. 522-523] a indiqué que le *Mollisia ilicinicola* (BERK. et BR.) MASSEE était parasite sur un *Myriangium* (et aussi sur une Hystériacée : le *Blitrydium nigro-cinnabarinum*).

On peut ainsi envisager le cas où quatre parasites seraient superposés : ainsi un *Struthanthus* (Phanérogame parasite) porte le *Parodiopsis Struthanthi*, qui est parasité lui-même par un *Uleomyces* (Voir plus loin) ; si cette dernière Myriangiacée hébergeait un parasite, ce dernier serait le quatrième de la série, les sucs nutritifs provenant de l'hôte du *Struthanthus* passant par trois intermédiaires avant de lui parvenir. On sait que l'on connaît des cas analogues de parasites superposés chez les Insectes.

Les Saccardinulacées, qui sont le plus souvent des parasites de premier ordre, peuvent porter des hyperparasites. LAGERHEIM [*Mastigochytrium*, 1892, p. 188, avec fig.] a décrit une Chytridiacée, le *Mastigochytrium Saccardiæ* sur le « *Saccardia* » *Durantæ* (Voir genre *Mölleriella*). Nous décri-

rons plus loin un *Dimerium* (Sphériacées) vivant sur le *Saccardinula guaranitica*.

Sur les Cochenilles, on trouve souvent en société les *Septobasidium* (Basidiomycètes hétérobasidiés) et les *Myriangium*. Patouillard [*qq. ch. du Tonkin* (1917), p. 62] a observé ainsi le *Septobasidium Bogoriense* en compagnie du *Myriangium Duriæi* ; cette dernière espèce se trouve en compagnie du *Septobasidium Baglıettoanum* sur les branches du Chêne-vert (*Quercus Ilex* L.), aux environs de Montpellier. Dans la même localité on trouve sur le Laurier-sauce (*Laurus nobilis*) le *Myriangium* et un *Septobasidium* indéterminé.

Distribution géographique.— Les espèces de Myriangiales sont encore trop mal connues pour qu'on puisse établir les grandes lignes de la distribution géographique. Le groupe paraît mieux représenté jusqu'ici dans les régions tropicales humides. Cependant on trouve en Europe au moins quatre espèces :

1° *Myriangium Duriæi* (Midi de la France : Montpellier, Perpignan, etc.). Cette espèce est du reste cosmopolite ;

2° *Cookella microscopica* (Europe méridionale : Italie, Yougoslavie) ;

3° *Uleomyces* (*Elsinoe*) *Piri* (Wor.) *nob.*, au Caucase ;

4° *Uleomyces* (*Elsinoe*) *Querci Ilicis nob.*, à Montpellier (France).

Hôtes des Myriangiales. — Nous avons déjà indiqué que les Myriangiées (Myriangiacées) sont parasites de Cochenilles, que les Cookellées (Myriangiacées) sont parasites d'autres Champignons, et que les Saccardinulacées se développent directement sur les plantes supérieures. Le groupe se rencontre donc sur des hôtes analogues à ceux des Hypocréales et, dans une moindre mesure, à ceux des Basidiomycètes (où les espèces vivant sur les insectes et surtout sur les autres Champignons sont relativement plus rares) ; mais ces deux groupes présentent de nombreuses espèces saprophytes, tandis que le saprophytisme n'est pas connu jusqu'ici chez les Myriangiales.

Il est difficile de passer sous silence qu'un assez grand nombre d'espèces attribuées, *à tort ou à raison*, aux Myrian-

giacées se rencontrent sur les Chênes (*Quercus*). Ce sont : *Cookella microscopica* Sacc. (1878), *Phillipsiella atra* Cooke (1878), *Saccardia quercina* Cooke (1878), *Cookella quercina* (Peck) Peck (1881?), *Leptophyma aurantiacum* (E. et M.) Sacc. (1885), *Microphyma nigellum* (Phill.) Sacc. (1884?), *Ascomycetella floridana* Ellis (1884), *Ascomycetella sulphurea* Winter (1885), *Kusanoa japonica* P. Henn et Shir. (1900), *Uleomyces decipiens* Sydow (1909), *Uleomyces* sp. [d'après von Höhnel, *Fragm.*, VI (1909), n° 244, en compagnie du *Kusanoa japonica*], *Uleomyces philippinensis* Syd. (*Pilzfl. Philippin.*, 1917, p. 218), *Uleomyces* (*Elsinoe*) *Querci Ilicis* nov. sp. Il est probable cependant que plusieurs de ces espèces sont identiques.

Classification et phylogénie. — Nous avons donné précédemment des indications sur ce sujet [*Astérinées*, I (1918) et II[1] (1921)]. Les Myriangiacées paraissent dérivées du type Plectascinées par soudure des filaments entourant les asques en un stroma compact.

Les Pyrénomycètes proprement dits dérivent des Myriangiacées par un groupement des asques en certaines parties du stroma, où le tissu stérile se gélifie de manière à constituer des « loges » périthéciales, où les asques s'allongent vers le centre de la cavité. Les Microthyriales (et surtout le genre *Protothyrium*) se rapprochent beaucoup du type primitif ; les Dothidéales ont en général des loges mieux formées ; enfin les Sphériales et les Hypocréales ont le plus souvent une paroi périthéciale distincte, même là où il y a un stroma commun à plusieurs loges.

Les Atichiales se rapprochent beaucoup des Myriangiales, mais les asques ont tendance à former un hyménium et à prendre une forme allongée.

Les Hémisphériales qui seront étudiées plus tard constituent une série parallèle à celle des Microthyriales ; avec, à la base, des formes primitives voisines des Myriangiales (*Microthyriella*) et des formes plus évoluées présentant des loges distinctes.

Les subdivisions des Myriangiales et les espèces étudiées ici peuvent être groupées de la manière suivante :

I. **Famille des Myriangiacées.** — Stroma épais, asques nombreux, Champignons parasites d'autres Champignons ou de Cochenilles (Insectes).

1° **Tribu des Cookellées** (inclus Cookellacées von Höhnel et Plectodiscellées). Stroma simple en coussinet; espèces parasites d'autres Champignons.

a. Genre *Cookella* Sacc. Stroma à peu près incolore, plus ou moins gélatineux, ascospores rapidement brun foncé (espèce: *C. microscopica* Sacc.).

b. Genre *Uleomyces* P. Henn. Stroma charnu de couleur vive, ascospores incolores, au moins pendant longtemps (inclus genre *Elsinoe* et *Plectodiscella*). Le stroma peut être externe ou interne par rapport à l'hôte indirect phanérogame et suivant la position du Champignon hôte direct [espèces : 1° à stroma externe, *U. Theissenii* n. sp., *U. Struthanthi* n. sp., *U. sanguineus* (Speg.) von Höhnel, *U. purpurascens* (Rehm.) von Höhnel; — 2° Stroma interne : *U. Canavalliæ* (Rac.) *nob.*, *U. Piri* (Wor.) *nob.*, *U. venetus* (Burk.) *nob.*, *U. Querci Ilicis* nov. sp.]

2° **Tribu des Myriangiées.** — Stroma présentant une base stérile et une zone à asques localisée à la partie supérieure de clavules. Espèces parasites de Cochenilles (Insectes). Genre unique : *Myriangium* Mont. et Berk. (espèces : *M. Duriæi*, etc.).

II. **Famille des Saccardinulacées.** — Stroma réduit, à petit nombre d'asques, souvent anormal. Espèces parasites des poils des Phanérogames.

a. Genre *Mölleriella* Winter. (inclus *Capnodiopsis* P. Henn. et divers autres genres cités plus loin). Stroma homogène, à peu près incolore à l'intérieur, entouré d'une croûte craquelée brunâtre à l'extérieur [espèces : *M. mirabilis* Winter, *M. Sirih* Zimm., *M. punctoidea* (Rehm.) *nob.* (= *Capnodiopsis mirabilis* P. Henn. ?, *M. atro-viridula* (Rehm.) *nob.*].

b. Genre *Nostocotheca* Starb. Stroma formé d'une masse dissociée par gélification dans laquelle sont plongées des cellules disposées en files (espèce : *N. ambigua* Starbaeck).

c. Genre *Saccardinula* Speg. Stroma aplati, microthyrioïde, brun ; asques disposés isolément ou en petit nombre dans des épaississements du thalle (espèce : *S. guaranitica* Speg.).

Genres douteux. — Un grand nombre d'autres genres ont été placés à tort ou à raison dans les Myriangiales ; d'autres genres placés dans d'autres groupes se rapprochent peut-être des Champignons précédents, mais les descriptions sont insuffisantes. On trouvera l'indication de ces genres dans les publications de von Höhnel et de Theissen et Sydow.

I. — Famille des Myriangiacées Nylander *emend.*

Type. — Myriangiées et genre *Myriangium.*

Caractères. — Les caractères ont déjà été indiqués, ce sont ceux des Myriangiales typiques. La famille se divise en deux tribus :

A. *Cookellées.* — Stroma simple. Espèces parasites d'autres Champignons.

B. *Myriangiées.* — Stroma portant des clavules dont l'extrémité seule forme des asques. Espèces parasites des Insectes (Hémiptères Coccides).

A. — Tribu des Cookellées nob.

Type. — Genre *Cookella* Sacc.

Synonymie. — 1° Cookellacées von Höhnel [*Fragm. z. Myk.*, VI (1909), n° 244], *pr. parte.* Von Höhnel a groupé sous le nom de Cookellacées, pour les séparer des Myriangiacées, les quatre genres : *Ascosorus* Henn. et R., *Leptophyma* Sacc., *Cookella* Sacc. et *Ascomycetella* emend. v. H. Il les rapproche de la famille des Gymnoascées ; l'opinion de von Höhnel paraît basée sur des erreurs d'observations ; le

genre *Cookella* est sûrement une Myriangiacée ; Theissen et Sydow [*Synopt. Tafeln* (1918), p. 440] ont déjà replacé le genre *Ascomycetella* dans les Myriangiacées.

2° Saccardiacées von Höhnel.

3° Elsinoées von Höhnel [*Fragm. z. Myk.*, VI (1909), n° 244[11]].

4° Plectodiscellées Woron. [*Plectodiscella* (1914)].

Caractères. — Comme il a été déjà indiqué, cette tribu représente en quelque sorte le type élémentaire des Myriangiales ; un stroma en coussinet plus ou moins hémisphérique contient un grand nombre d'asques dispersés dans une zone moyenne ; ces asques mettent leurs ascopores en liberté en s'allongeant à travers le tissu superficiel du stroma plus ou moins gélifié. La consistance du stroma est charnue ou molle à l'état frais, et la couleur propre est souvent vive (rouge, etc.). Les ascospores oblongues, probablement toujours cloisonnées dans les deux sens à la fin, sont le plus souvent incolores ou légèrement teintées, rarement (*Cookella*) de couleur foncée. Enfin la tribu se distingue nettement des autres Myriangiales par son parasitisme sur d'autres Champignons parasites (et peut-être aussi sur d'autres Cryptogames).

Divisions. — La plupart des genres de vraies Myriangiacées créés par les auteurs se rapportent probablement à cette tribu, mais ils sont mal connus ; nous décrivons seulement les espèces que nous avons pu étudier ; elles se distribuent en deux genres, dont les différences sont un peu difficiles à préciser.

1° Genre *Uleomyces* P. Henn. — Stroma plus ou moins charnu, de couleur vive (superficiel où inclus dans l'hôte phanérogame). Ascospores le plus souvent incolores, peut-être se colorant tardivement. Plusieurs espèces parasites de Pyrénomycètes (peut-être aussi d'autres Champignons ou d'Algues).

2° Genre *Cookella* Sacc. — Stroma plus ou moins gélatineux, incolore (superficiel). Ascospores devenant rapidement brun foncé. Une seule espèce parasite de l'*Helostroma album* se développant sur diverses espèces de Chênes (*Quercus*).

1° Genre **Uleomyces** P. HENNINGS

[*F. Goyaz. (1895)* p. 107.]

TYPE. — *Uleomyces sanguineus* (SPEG.) VON HÖHNEL (syn. : *Uleomyces parasiticus* P. HENN., *loc. cit.*).

SYNONYMIE. — La synonymie du genre est très compliquée ; il est probable que la plus grande partie des genres de Myriangiacées décrits jusqu'ici peuvent rentrer dans le présent genre, qui est du reste très voisin du suivant.

On peut placer dans les *Uleomyces* le genre *Elsinoe* RAC. [= **Plectodiscella* (1) WOR., s.-g. **Myriangina* P. HENN. et **Dictyomollisia* REHM.] et peut-être les genres **Ascostratum* SYD., *Angatia* SYD., **Stephanotheca* SYD., *Diplotheca* STARB., **Saccardia* COOKE, **Dictyonella* VON HÖHNEL, **Vizella sens.* THEISSEN (*nec* SACC.), **Myrianginella* STEV. et WEED. et **Kusanopsis* STEV. et WEED. Les espèces suivantes sont à revoir : **Eurytheca trinitensis* SYD., **Mölleriella Epidendri* REHM et **Trichophyma Bunchosiæ* REHM.

CARACTÈRES. — Les caractères du genre sont déjà connus. Les espèces du genre paraissent réparties sur des Champignons très divers, mais surtout sur des Pyrénomycètes, peut-être aussi sur des Algues et des Lichens. Parmi les espèces qui ont été observées sur des Eu-Pyrénomycètes, celles qui sont bien connues vivent sur : les Microthyriacées (*Parmularia*, *Cocconiopsis*), les Dothidéacées et les Hypocréales Parodiellinacées (*Parodiopsis*). Elles attaquent le plus souvent les conceptacles, plus rarement le mycélium. Les restes plus ou moins digérés de l'hôte persistent en partie, disséminés dans le stroma de l'*Uleomyces*. Ce dernier se substitue à la portion externe ou aux fructifications du Champignon parasité pour l'utilisation des matières absorbées par ce dernier. Le mycélium de l'hôte paraît devoir continuer à fonctionner au moins pendant un certain temps. La Myriangiacée se greffe en quelque sorte sur son hôte ; en effet, l'appareil interne de ce dernier ne paraît pas altéré, et de plus on voit souvent un gros stroma

(1) L'astérisque (*) indique les genres et les espèces qui n'ont pas été étudiés en nature par l'auteur.

de Myriangiacée se développer à la place d'un petit conceptacle de l'hôte ou même sur un filament mycélien; ces derniers organes seraient certainement incapables de nourrir le parasite par leur propre substance. On observe, du reste, des faits analogues dans la biologie des Hypocréales hyperparasites (*Ophionectria*).

Les stroma forment des coussinets compacts, de couleur claire, de consistance charnue ou céracée-charnue. Les asques, répartis sans ordre dans une certaine zone mal limitée, sont globuleux et contiennent en général huit ascospores. Les ascospores, cloisonnées dans les deux sens, sont incolores, en général; d'après certains auteurs, elles peuvent devenir colorées, mais ce caractère doit apparaître tardivement, car nous ne l'avons jamais observé.

Espèces. — La distinction entre les diverses espèces est difficile à établir; nous indiquerons ici seulement celles qui paraissent bien appartenir au genre sans affirmer qu'elles sont toutes distinctes les unes des autres :

1° ***Uleomyces sanguineus*** (Speg.) Sydow. [*Pilz. fl. Philipp.*, 1917, p. 219].

Synonymie. — a. *Phymatosphæria sanguinea* Speg. [*f. guarani*, II (1888), p. 57].

Ascomycetella sanguinea (Speg.) Sacc. [*Syll. fung.*, VIII (1889), p. 847].

Myriangium (s.-g. *Uleomyces*) *sanguineum* (Speg.) P. Henn. [*f. Australiæ occ.*, II (1901), p. 354; — et *Myriang. mirabil.* (1902), p. (55)].

b. *Uleomyces parasiticus* P. Henn. [*F. Goyaz* (1895), p. 107; — voir Sacc., *Syll. fung.*, XI, p. 365].

Cookella parasitica (P. Henn.) P. Henn. (in *Engl. bot. Jahrb.*, XXVIII (1900), p. 275).

c. D'après Sydow, l'*Uleomyces philippinensis* Syd. est très voisin.

Échantillon dessiné. — (Pl. I, fig. A à D) : « Rick., *Fungi austro-americani*, n° 49. — *Ascomycetella sanguinea* (Speg.) Sacc.; — in foliis *Styracis*; — Sao Leopoldo (1904) » (Herb. Muséum).

THEISSEN indique l'espèce sur le *Styrax leprosum* et le *S. acuminatum*.

En décrivant son *U. parasiticus*, P. HENNINGS a noté, à juste titre, que l'espèce est parasite sur le *Parmularia Styracis* LÉV. Cette dernière Microthyriacée peut aussi être parasitée par une Hypocréacée (*Ophionectria* ; voir *Astérinées*, I [1918], p. 116).

L'*Uleomyces* attaque les jeunes stroma du *Parmularia* (fig. A et B) et leur substitue ses propres tissus, qui sont de couleur rose ; on retrouve cependant des éléments bruns du *Parmularia* à la base (au point d'insertion sur la feuille) et sur les bords. La consistance du stroma de la Myriangiacée est très molle, et les cellules manifestent une tendance à se dissocier, dans les coupes, sous la pression du rasoir (fig. C) ; c'est dire que les asques murs peuvent facilement s'allonger dans le stroma et arriver jusqu'à la surface pour libérer leurs spores. Les ascospores sont dictyées et longtemps incolores.

THEISSEN [*F. Riograndi*, 1910, p. 402] indique que ces ascospores deviennent jaunâtres, puis rouge-sang passant au brun.

2° ***Uleomyces Theissenii*** n. sp. (*ad interim*).

ÉCHANTILLON DESSINÉ. — [Astérinées, I (1918), Pl. VIII, fig. G et H ; — et ici Pl. I, fig. E à H] : « RICK., *Fungi austro-americani*, n° 250. — *Scolecopeltis Theissenii* RICK. ; — in foliis coriaceis ; — Sao Leopoldo, 1908 » (Herb. Muséum).

L'échantillon présente une Microthyriacée à ascospores bicellulaires (*Cocconiopsis Theissenii* ARN., *Astérinées* I (1918), p. 144, Pl. VIII), parasitée par deux Champignons, dont l'un, le plus abondant, est l'*Uleomyces* décrit ici ; l'autre est une Nectriacée, probablement un *Ophionectria* ; on peut penser que l'espèce *Scolecopeltis Theissenii* est établie sur un mélange du *Cocconiopsis* et de l'*Ophionectria*.

Dans les stroma de l'*Uleomyces*, les restes du *Cocconiopsis* ne sont visibles qu'au voisinage du point d'insertion sur la feuille ; mais parfois l'on trouve, sur l'autre face de la feuille le *Cocconiopsis* en bon état, cette Microthyriacée fructifiant, le plus souvent, en même temps des deux côtés de la feuille, aux mêmes points d'une nervure.

La structure de l'*Uleomyces* est analogue à celle de l'espèce précédente.

3° ***Uleomyces Struthanthi*** n. sp. (*ad interim*).

Échantillon dessiné. — [Pl. II], échantillon type du *Parodiopsis* (ou *Perisporiopsis*) *Struthanthi* : « *Perisporiopsis Struthanthi* P. Henn. ; — sur *Struthanthus* sp. ; — Serra dos Orgaos, Est. de Rio de Janeiro ; — agost. de 1899 ; — leg. E. Ule » (Herb. Maubl.).

D'après P. Hennings [*F. fluminense* (1904), p. 83], cet échantillon est le n° 2631 de Ule.

Le *Parodiopsis Struthanthi* (P. Henn.) Arn. est une Hypocréale Parodiellinacée qui a été étudiée précédemment [*Astérinées*, I (1918), p. 47, fig. 6 ; — II (1921), p. 75, fig. 14, Pl. VIII ; — III (1923), p. 8, fig. 5 et 6] ; ce Champignon présente sur le mycélium externe des renflements (stomopodies) placés au-dessus d'un stomate et qui sont le point de départ du mycélium interne qui traverse l'ostiole et se ramifie dans la feuille.

L'*Uleomyces* est surtout développé à la face supérieure de la feuille, où le *Parodiopsis* est à peu près complètement stérilisé, tandis qu'à la face inférieure on le trouve sous sa forme normale. Le parasitisme de l'*Uleomyces* aux dépens des conceptacles n'a pas été observé ; ses stroma se développent sur une stomopodie (Pl. II, fig. C et D) et paraissent se greffer sur le mycélium interne du *Parodiopsis*, qui doit continuer à fonctionner, nourrissant la Myriangiacée qui s'est substituée à ses propres conceptacles. La partie des filaments externes du *Parodiopsis* englobée dans le stroma de l'*Uleomyces* est plus ou moins digérée, mais subsiste à l'état de traînées colorées qui contribuent à donner à l'*Uleomyces* une teinte assez foncée, brun-chocolat ; il est difficile, par suite, d'indiquer la couleur propre de ce dernier, elle est probablement rose.

Le bord des jeunes stroma a des cellules disposées en files radiales assez nettes rappelant la disposition des stromas de *Saccardinula* ; c'est la conséquence naturelle du développement centrifuge d'un stroma mince.

4° ***Uleomyces (Elsinoe) Canavalliæ*** (Rac.) *nob.*

Synonymie. — *Elsinoe Canavalliæ* Raciborski [*Parasit. Algen und Pilze Java's*, I (1900), p. 14].

Échantillon dessiné. — 1° (Pl. III, A à D) échantillon type de Raciborski : « n° 9, *Elsinoe Canavalliæ* Rac. ; — in foliis *Canavalliæ gladiatæ* ; — Bogor ; — leg. Raciborski » (Herb. Muséum).

Le Champignon a été récolté à Bogor, près de Buitenzorg (Java), sur le *C. gladiata* (Papilionacées). Le Champignon semble provoquer la formation de cloques sur le limbe de la feuille ; ces déformations sont convexes du côté inférieur, plus rarement du côté supérieur (fig. A). Le tissu des cloques est plus épais que celui du limbe normal ; mais l'augmentation d'épaisseur est surtout due à la formation d'une épaisse couche de liège par une assise génératrice qui doit prendre naissance dans l'épiderme ou dans l'assise sous-jacente ; ce liège est du côté convexe ; du côté concave on trouve les tissus ordinaires de la feuille peu modifiés, peut-être un peu hypertrophiés. Le liège est formé de deux couches distinctes. Ce tissu est manifestement le résultat d'une réaction de la feuille contre l'attaque d'un parasite primaire dont la nature ne nous est pas connue.

L'*Elsinoe* décrit par Raciborski était très maigrement représenté dans l'échantillon examiné, et nous avons eu beaucoup de peine à trouver les asques ; ils se trouvent dans la zone externe du liège dans un stroma peu développé, qui s'insinue dans les lacunes du tissu subérifié plus ou moins dissocié et sous l'épiderme également fendillé (fig. C).

Ces asques, globuleux, ont tous les caractères de ceux des Myriangiacées (fig. C et D) ; les ascospores, au nombre de huit, sont incolores et présentent seulement trois cloisons transversales, mais elles ne sont pas mûres, et il est possible que des cloisons longitudinales se forment tardivement.

Le Champignon possède bien les caractères d'une Myriangiacée et ne diffère d'un *Uleomyces* typique que par sa position endogène par rapport à la feuille.

Il est peu vraisemblable que ce soit ce Champignon qui provoque la formation des cloques ; ces dernières sont du

reste déjà âgées et envahies par d'autres organismes ; nous avons trouvé une Mucédinée à conidiophores aciculaires simples portant à l'extrémité une petite conidie allantoïde, ainsi qu'un mycélium à gros filaments irréguliers.

Marshall Ward [*Strigula complanata* (1884), p. 106, Pl. XVIII, fig. 7, 8 et 9; Pl. XIX, fig. 10, 13 et 14) décrit et figure une formation de liège provoquée par le *Strigula* (*Cephaleuros virescens* lichénisé) aux dépens de l'assise sous-épidermique. Dans ce cas, le liège est moins abondant que pour l'*Elsinoe* ; mais les feuilles étudiées par Marshall Ward étaient en général coriaces, tandis que les *Elsinoe* ont été signalés sur des feuilles minces où les réactions doivent être plus marquées. Il serait intéressant de rechercher la présence du *Cephaleuros virescens* dans les jeunes cloques des plantes portant les *Elsinoe*. Du reste, pour l'échantillon suivant, Raciborski lui-même indique que les altérations ressemblent à celles du *Cephaleuros*.

5° « N° 83. ***Elsinoe viticola*** Rac. ; — auf *Vitis coriacea* ; — Bogor ; — leg. Raciborski » (Herb. Muséum).

L'étiquette dit bien *Vitis coriacea* ; mais dans l'ouvrage de Raciborski [*Parasit. Algen und Pilze Java's*, II (1900), p. 4 et 5], le Champignon est indiqué sur *Vitis serrulata* Roxb. Dans tous les cas il ne s'agit pas du *Vitis coriacea* Schuttl. des ampélographes qui vient dans la Floride (Amérique du Nord).

Les feuilles présentent des cloques circulaires saillantes tantôt d'un côté, tantôt de l'autre ; d'après Raciborski, elles sont de couleur brun-chocolat et ressemblent à première vue à celles que cause le *Cephaleuros virescens*. Sur les échantillons secs, la face convexe est plutôt grisâtre, la face concave vert brun. La structure est analogue à celle qui a été décrite à propos de l'échantillon précédent ; mais les cloques sont moins saillantes ; les cellules du liège ont une disposition plus régulière et sont moins déformées. Quand les altérations se trouvent sur une nervure, elles sont allongées et sont simplement formées par un épaississement liégeux, dartreux, sans concavité à la face inférieure.

Malgré tous nos efforts, nous n'avons pas réussi à retrouver

l'*Elsinoe* de RACIBORSKI sur ces échantillons ; nous avons seulement observé sous la cuticule les restes d'un mycélium de Champignon ou d'un thalle d'Algue sans caractères bien déterminés.

6° ***Uleomyces (Elsinoe) Quercus Ilicis*** *nov. sp., ad interim.*

ÉCHANTILLON DESSINÉ. — (Pl. IV), échantillon-type: « *Uleomyces Querci Ilicis* n. sp. ; — à la face supérieure des feuilles tombées du *Quercus Ilex* L. ; — bois de la Colombière, à Montpellier (Hérault, France) ; — 25 mai 1909 ; — leg. G. Arnaud » (Herbier G. A.).

CARACTÈRES. — Diagnose : « Champignon développé à la face supérieure des feuilles, sur des taches de 2 à 5 millimètres de diamètre, brun clair en général, plus foncées à la périphérie. Ascostroma dispersés, arrondis ou allongés, placés sous la cuticule, qu'ils soulèvent en forme de coussinets aplatis, d'un noir brillant à la loupe, de dimensions variables (ascostroma arrondis : environ 100 μ de diamètre ; ascostroma allongés : jusqu'à 400 μ de long) ; au microscope, vue par transparence, la couleur des ascostromas est beaucoup plus claire ; les asques se voient à travers sous l'apparence de taches circulaires plus claires. Tissu du stroma homogène, les cellules de la partie supérieure étant un peu plus grandes et à paroi colorée en brun. — Asques placés à peu près au même niveau (par suite du peu d'épaisseur du stroma), globuleux ou un peu ovoïdes, d'environ 22 μ de diamètre, probablement à huit spores. Ascospores hyalines, d'environ 15 × 6,5 μ, présentant d'abord trois cloisons transversales, puis tardivement des cloisons longitudinales. »

Les taches sur lesquelles se trouvent l'*Uleomyces* ressemblent beaucoup à celles causées par le *Cycloconium Querci Ilicis* (PEGLION) nob. (1), et l'on trouve souvent des restes de ce

(1) Parasite assez commun sur les feuilles vivantes de *Quercus Ilex* à Montpellier ; c'est le *Cycloconium oleaginum* CAST. var. *Querci Ilicis* PEGLION (Cf. SACC., *Syll.*, XI, p. 616) ; la variété est génériquement voisine du type de CASTAGNE (sur l'Olivier), mais le Champignon du *Quercus* est bien distinct spécifiquement. Les *Cycloconium* sont très voisins des *Fusicladium*, dont ils diffèrent surtout par la dispersion des conidiophores et la forme des spores. A Montpellier, le *Cycloconium* peut être confondu, à l'examen à l'œil nu, avec le *Myceloderma cuticularis* DUC., également commun sur la même plante.

dernier sur les taches portant la Myriangiacée ; il est vraisemblable que cette dernière est parasite sur le *Cycloconium*.

L'*Uleomyces Querci Ilicis* est probablement très voisin des deux espèces décrites de *Plectodiscella* Wor., Myriangiacées des régions tempérées, à stroma interne, qui rentrent dans la section *Elsinoe* du genre *Uleomyces* (*U. piri* et *U. venetus*). Le *Pl. Piri* a été observé dans le Caucase sur les feuilles de Poirier et Pommier. Le *Pl. veneta* Burk serait, d'après Burkholder, la forme parfaite du *Glœosporium venetum* Speg. [cf. Sacc., *Syll.*, III, p. 706], qui se développe sur les rameaux et les feuilles vivants des *Rubus* ; il est plus vraisemblable que le *Plectodiscella* soit parasite du *Glœosporium*.

2° Genre **Cookella** Saccardo.

[*Michelia*, I (1878), p. 407. — *Syll. fung.*, I (1882), p. 71.]

Type. — *Cookella microscopica* Sacc., *loc. cit.*

Synonymie. — 1° *Phaneroascus* Baudys [*Flor. Bosne i Hercegovine* (1919)]. Ce genre a été évidemment établi sur un Champignon identique au *Cookella microscopica* ; l'auteur indique, du reste, que le Champignon se trouvait en compagnie de l'*Helostroma album* (sub. nom. *Microstroma album*), qui est l'hôte du *Cookella*.

2° Divers genres de Myriangiacées incomplètement décrits sont peut être à rapprocher du genre *Cookella*. On peut se reporter pour certains à la synonymie du genre *Uleomyces*. On peut ajouter à ces genres douteux : les genres *Anhellia* Rac., *Kusanoa* P. Henn., *Ascomycetella* Peck. (non Ellis Sacc.), les Cookellacées v. Höhnel.

Caractères. — Les caractères indiqués ci-dessous sont établis sur un échantillon de l'*Ascomycetella quercina* Peck., synonyme de *Cookella microscopica* Sacc.

Le Champignon est très voisin des *Uleomyces*, mais s'en distingue par l'allure générale ; le stroma est ici incolore, gélatineux plutôt que charnu, et les ascospores deviennent rapidement brun foncé et se répandent bientôt à l'extérieur du stroma.

Comme une seule espèce de *Cookella* est jusqu'ici bien

connue, on peut se demander s'il ne s'agit pas là de différences spécifiques en rapport avec le mode de vie ; le *Cookella microscopica* étant une espèce des régions tempérées, vivant sur des feuilles caduques aux dépens d'un Hyphomycète. Peut-être ultérieurement d'autres espèces viendront relier les *Uleomyces* au *Cookella* ; mais pour le moment la différence est assez nette pour justifier une distinction générique. P. Hennings [in *Engl. bot. Jahrb.*, XXVIII (1900), p. 275] a réuni un moment *Uleomyces* au genre *Cookella*, puis l'a reporté au genre *Myriangium*. Von Höhnel [*Fragm. z. Myk.*, VI (1909), p. 354] a exclu le genre *Cookella* des Myriangiacées (*sens. lat.*) pour en faire le type du groupe des *Cookellacées*, auquel il attribue des affinités peu vraisemblables.

Le genre *Cookella* est parmi les Myriangiacées le plus voisin des Saccardinulacées.

1° ***Cookella microscopica*** Saccardo (*loc. cit.*).

Synonymie. — 1° D'après von Höhnel [*Fragm. z. Myk.*, VI (1909), p. 356, en note au bas de la page] et Saccardo [*Syll.*, VIII, p. 846], *Ascomycetella quercina* Peck. (in *Bull. Torrey bot. Club.*, VIII, p. 49-50), *Cookella quercina* (Peck.), Peck. [in *Bull. Torrey bot. Club.* (1881), p. 50, Pl. VII]. Cf. Winter [in *Hedwigia* (1883), n° 5] et Saccardo (*Syll.*, VIII, p. 846).

2° *Phaneroascus sp.* (1) Baudys [*Flor. Bosne i Hercegovine* (1919)].

Échantillon dessiné. — (Pl. V) : « Rabenhorst-Winter, *Fungi Europæi*, 3040. — *Ascomycetella quercina* Peck., in *Bull. of Torrey bot. Club.*, VIII, p. 49-50 ; — conidia et fungi ascophori ! — America borealis : prope Cobden, Illinois ; — leg. F. S. Earle » (Herb. Muséum).

Cet échantillon est le type sur lequel a été fondé l'*A. quercina* Peck. ; le type du *Cookella microscopica* Sacc. a été trouvé sur les feuilles du *Quercus pedunculata* dans la forêt de Montello (Italie du Nord), en octobre 1877.

Nous indiquerons dès maintenant que l'échantillon porte deux Champignons différents et non deux formes de la même

(1) L'analyse que nous avons seule consultée ne donne pas le nom spécifique.

espèce, comme l'indique l'étiquette : on trouve : 1° l'*Helostroma album* (Desm.) Pat. (1), Hyphomycètes très répandu sur les feuilles de Chêne, en Europe, comme en Asie, en Amérique et dans le Sud de l'Afrique (fig. 16) ; 2° le *Cookella microscopica* (*fungi ascophori* de l'étiquette), qui est parasite de l'*Helostroma*.

Le *Cookella* forme, à la face inférieure des feuilles, des points noirs (couleur donnée par les spores), irréguliers, dispersés sur des aires mal limitées (fig. A). A la loupe, sur échantillons secs, le Champignon apparaît sous l'aspect de petits amas noirâtres, irréguliers, peu épais, collés sur la feuille et un peu luisants ; ils donnent l'impression de fragments de substance gommeuse desséchés, de grumeaux de colle ou de débris de Trémelle. La loupe permet de constater déjà que certaines parties (celles qui sont privées de spores) sont faiblement colorées ; c'est que, comme l'a déjà remarqué von Höhnel, les stromas eux-mêmes sont presque incolores, ce sont les ascopores qui les noircissent ; par suite, les ascostroma mûrs sont seuls visibles à l'œil nu.

Le contact de l'eau fait gonfler fortement le Champignon, qui présente alors des coussinets presque gélatineux, irrégulièrement arrondis, de forme et de dimensions très variables, souvent fusionnés entre eux (fig. C) ; les ascospores mûres forment dans la masse, et encore plus à la surface, des amas brunâtres ; elles sont poussées vers l'extérieur par le gonflement de la membrane de l'asque, qui s'insinue entre les cellules du stroma. Sur une coupe (fig. D, E, F), le stroma présente un tissu homogène (contrairement aux indications de von Höhnel) à peu près incolore, entourant des asques globuleux dispersés. Le tissu du stroma a des membranes cellulaires, assez fortement gonflées dans la région moyenne ; plus denses et plus réfringentes dans la partie qui entoure les cavités cellulaires (fig. G) ; les cavités cellulaires sont reliées par des plasmodesmes peu nombreux, comme chez la plupart des Ascomycètes. Cette structure est identique à celle des

(1) Synonymie. — *Fusisporium album* Desm. [*Pl. crypt. de Fr.*, 1re éd., fasc. XIX (1838), n° 929], *Microstroma album* (Desm.) Sacc., *Torula quercinum* Opiz (1855), *Microstroma quercinum* Niessl (Voir Briosi et Cavara, *I fungi parassiti*].

Champignons précédemment étudiés (*Uleomyces*, etc.). Les ascospores sont cloisonnées dans les deux sens, comme chez la plupart des Myriangiacées.

Le *Cookella* s'insère sur l'*Helostroma* (fig. 16 et Pl. VI)

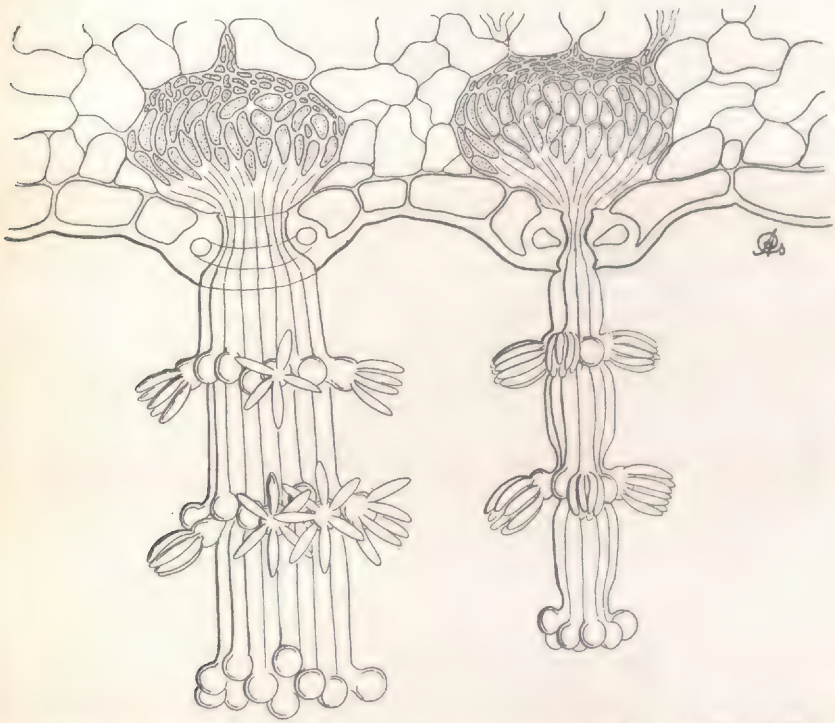


Fig. 16. — **Helostroma album** (Desm.) Pat. [Desmazières, *Pl. crypt. de Fr.*, 1re éd., fascicule XIX (1838), n° 929, sub. nom. *Fusisporium album*]. — Coupe de la face inférieure de la feuille portant deux faisceaux de conidiophores, gr. 1 000. (*Nota.* — L'un des faisceaux est vu de face, l'autre de profil.)

au point de sortie des conidiophores, qui surgissent en faisceau par les stomates.

Ellis et Martin [*New florida f.*, in *Journ. of Myc.*, I (1883), p. 97] avaient déjà attribué à l'*Ascomycetella aurantiaca* E. et M. [= *Leptophyma aurantiacum* (E. et M.) Sacc.] une forme conidienne qui est évidemment identique à l'*Helostroma album*. D'après von Höhnel, le *Leptophyma aurantiaca* est très voisin du *Cookella microscopica*, dont il se distinguerait par les asques disposés à peu près en une seule couche, par

les ascospores hyalines et par la forme conidienne (?). Ces différences sont de valeur fort douteuse ou nulle.

Sous le nom d'*Articularia quercina* n. g., n. sp. von Höhnel [*Fragm. z. Myk.*, VI (1909), nº 244, p. 81 et 84 ; — et nº 271, p. 133 à 136, fig. 26] décrit l'*Helostroma* comme forme conidienne du *Cookella microscopica* (= *Ascomycetella quercina* Peck.). Le même auteur décrit un *Articulariella aurantiaca* n. g., n. sp., comme forme conidienne de l'autre Cookellacée [*Leptophyma aurantiacum* (Ell. et Mart.) Sacc.] ; or, autant qu'on peut en juger d'après la description et les dessins, *Articularia* et *Articulariella* représentent l'*Helostroma album*, l'un des genres étant fondé sur les conidiophores de l'*Helostroma* vus de face, l'autre sur les mêmes organes vus de profil ; les faisceaux de conidiophores de l'Hyphomycète épousent la forme de l'ostiole du stomate et sont à section ovale allongée ou presque en bandelette aplatie (fig. 16).

Une autre forme conidienne a été attribuée au *Cookella* par Saccardo [*Syll.*, I, p. 71] : c'est le *Stigmella dryina* (Corda) Lèv. (fig. 17) ; il est probable que Saccardo s'est seulement basé sur une analogie entre la forme des spores du *Stigmella* et celle des ascospores du *Cookella* ; les deux Champignons sont, en effet, phæodictyés ; de plus ils se développent sur les feuilles de la même plante.

Le *Stigmella* a été longtemps mal connu ; Saccardo [*Syll.*, IV, p. 507] place le genre *Stigmella* Lèv. et l'espèce dans les Dématiées ; Engler et Prantl [*Die naturl. Pflanzenfamilien*, I, 1**, p. 483] font de même. Dans ce dernier ouvrage, on reproduit même une figure de Saccardo représentant des conidies fixées sur un conidiophore ramifié. Or, comme l'a fait remarquer récemment Bubak, le Champignon n'est pas une Dématiée, mais une Sphéropsidées ; les conidies sont placées dans des conceptacles entièrement inclus dans la feuille ; c'est ce que nous avons pu vérifier sur un échantillon de Léveillé (Voir fig. 17) (1).

(1) Fig. 17 : « *Stigmella dryina* ; — bois du Vézinet : — [leg.] Lév. » (Herb. Muséum). Sur l'étiquette on a ajouté, sans doute d'après Saccardo : « fort. st. conid. *Cookella microscopica* » et au-dessus : « *Stigmatella dryina* », lapsus calami ; *Stigmatella* étant un genre amérosporé.

B. — **Tribu des Myriangiées** NYLANDER (*emend.*).

TYPE. — Genre *Myriangium* MONT. et BERK.

SYNONYMIE. — Myriangiées NYLANDER (*Add. fl. crypt. chil.*, 1855, p. 176 ; — et *Prodr. Lichen*, 1857).

Phymatosphæriæ SPEG. [*F. guarani*, II (1888), p. 55], *pro*

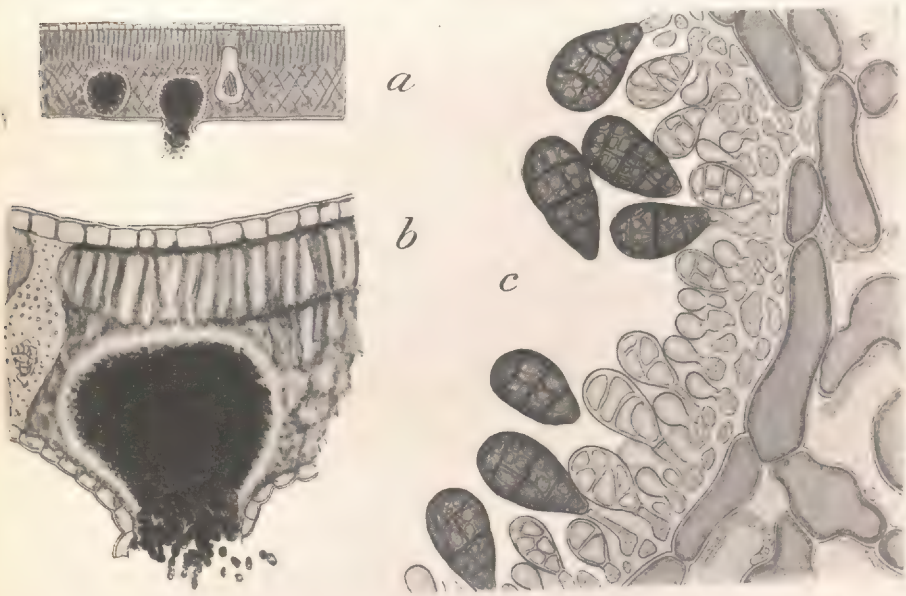


Fig. 17. — **Stigmella dryina** LÉV. — A. Coupe de la feuille et de deux pycnides, gr. 50 — B. *Id.*, gr. 165. — C. Portion d'une pycnide, gr. 1000.

parte. La famille des Myriangiées a été créée par NYLANDER pour le genre et l'espèce unique *Myriangium Duriæi* et placée dans les Lichens ; ultérieurement on lui a réuni les *Phymatosphæriæ*, dont le genre type *Phymatosphæria* est identique au genre *Myriangium*.

CARACTÈRES. — Le groupe ne contient qu'un genre et une seule espèce bien connue, le *Myriangium Duriæi*. Cette espèce se distingue des autres Myriangiales par son parasitisme sur les Cochenilles, insectes du groupe des Hémiptères (Coccides) ; par son stroma portant plusieurs clavules dont la partie supérieure seule forme des asques ; par la couleur brun foncé

et la consistance coriace de ce stroma ; par la mise en liberté des ascospores à la suite d'une désagrégation progressive du tissu du stroma. Le mode de parasitisme, l'hétérogénéité, la couleur et la consistance du stroma peuvent être retenus comme caractères de la tribu.

Genre **Myriangium** Montagne et Berkeley (1).

[Mont., *Fl. d'Algérie*, I (1845), p. 213 ; — et Berk. et Mont., *Journ. of Bot.*, févr. 1845, p. 72 ; — cf. Mont., *Sylloge crypt.* (1856), p. 380.]

Type. — *Myriangium Duriæi* Mont. et Berk. (*loc. cit.*).

Synonymie. — On peut placer dans le genre *Myriangium* les genres *Phymatosphæria* Pass., *Pyrenotheca* Pat., *Eurytheca* De Seynes, *Southworthia* Ell. et Galw., etc.

Myriangium Duriæi Mont. et Berk. (*loc. cit.*).

Échantillons dessinés ou étudiés (fig. 1, 13 et 18). — 1° « *Myriangium Duriæi* M. et B. ; — sur les branches vivantes d'*Ulmus campestris* L. ; — dans le parc de l'École d'Agriculture de Montpellier (Hérault, France) ; — 12 et 17 août 1912 ; — leg. G. Arnaud » (Herb. G. A.).

2° Des échantillons stériles ont été également récoltés sur la base des troncs du *Laurus nobilis* dans la même station (2).

3° « *Myriangium Duriæi* M. et B. (stérile), sur le tronc et les branches du Chêne-vert (*Quercus Ilex*), dans les bois des environs de Montpellier (Hérault, France) ; — en compagnie de *Septobasidium bagliettoanum* ; — 1924, leg. G. Arnaud » (Herb. G. A.).

Le Champignon a été trouvé pour la première fois par Montagne sur les rameaux du Mûrier (*Morus alba*) dans le département des Pyrénées-Orientales. On a ignoré longtemps

(1) Pendant l'impression, nous avons reçu une note qui étudie spécialement le genre : T. Petch, Studies in entomogenous fungi. V. Myriangium (*Transactions of the british mycological Society*, X, part I et II, Cambridge, sept. 1924, p. 45-80, Pl. II et III) Petch admet quatre espèces : *M. Duriæi*, *M. Curtisii*, *M. Montagnei* et *M. Thwaitesii*.

(2) Voir pour cet échantillon : Picard (F.), Les Champignons parasites des insectes (*Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier*, nouvelle série, t. XIII, p. 121 à 248; p. 214 et fig. 27).

qu'il se développait aux dépens des Cochenilles ; celles-ci sont en effet presque complètement digérées par le Champignon ; il reste cependant parfois quelques lames de chitine incluses dans le stroma ; la détermination de la Cochenille n'est possible que lorsqu'il reste des individus indemnes.

ZIMMERMANN [*Ascom. parasit. Coccid.* (1901), p. 876] a bien indiqué que le Champignon pouvait se développer sur les Cochenilles (*Ischnaspis filiformis* DOUGLAS), mais sans affirmer le parasitisme ni la spécialisation à ce substratum.

Pour les échantillons que nous avons récoltés, le *Myriangium* se développait, sur l'Orme, sur une Cochenille non reconnaissable ; sur *Laurus*, il attaquait l'*Aonidia Lauri* (BOUCHÉ) SIGNORET, dont une partie seulement des individus étaient envahis.

Sur l'Orme, le Champignon se développait jusqu'à une assez grande hauteur (5 ou 6 mètres du sol) ; les stromas étaient dispersés sur des branches ayant jusqu'à 4 ou 5 centimètres de diamètre et persistaient même sur celles qui étaient mortes et qui se détachaient sous l'influence du vent ; le Champignon paraît résister longtemps aux intempéries et évoluer lentement ; la majeure partie des stromas étaient stériles.

Sur les *Laurus*, le *Myriangium* se trouvait surtout à la base du tronc, devenant plus rare au-dessus, et s'arrêtant à environ 50 centimètres du sol. quoique les Cochenilles fussent abondantes sur l'arbre entier. Près du sol, les ascostromas confluents formaient de larges croûtes. Sur cet hôte, malgré des observations suivies pendant plusieurs années (de 1910 à 1913), nous n'avons jamais trouvé de stroma pourvus d'asques, tous sont restés stériles ; ils étaient cependant placés à quelques mètres des Ormes qui portaient la forme fertile.

Les échantillons fertiles de l'Orme sont bien conformes aux descriptions des auteurs, de MILLARDET en particulier. Le stroma présente une partie basilaire stérile, correspondant, à peu près sans doute, au corps de la cochenille, dont on retrouve parfois quelques lames chitineuses ; de cette base s'élèvent des prolongements à ramifications courtes et irrégulières se terminant par un élargissement discoïde assez

semblable à une apothécie de Lichen ; la face supérieure de ces clavules, d'abord plane ou à peine déprimée, se creuse peu à peu en une coupe (fig. 18, B, C). C'est dans la moitié supérieure de ces pseudo-apothécies que se trouvent les asques, globuleux, dispersés dans un tissu homogène (fig. E). Les ascospores sont mises en liberté par suite d'une désorganisation du tissu du stroma, qui se désagrège peu à peu ; la désorganisation ne porte à la fois que sur une très faible profondeur du stroma ; les cellules placées à une faible distance du bord paraissent normales jusqu'à ce qu'elles soient dénudées par la chute des cellules placées au-dessus ; il ne se produit pas de gélification profonde préparant la dissociation des tissus ; c'est là un fait très remarquable si l'on considère le mode d'émission des ascospores chez les autres Microthyriales.

Les ascospores sont cloisonnées dans les deux sens et incolores.

II. — Famille des Saccardinulacées Arnaud.

[*Astérinées*, I (1918), p. 6 et 7.]

Type. — Genre *Saccardinula* Speg.

Synonymie. — La synonymie de cette famille serait très difficile à établir ; plusieurs genres ou familles semblent s'en rapprocher, mais les descriptions données par les auteurs sont assez incertaines et concordent rarement, même quand il s'agit des mêmes espèces (Voir von Höhnel, Theissen et Sydow, etc.). On pourrait examiner utilement les Agyriées von Höhnel, les Myxagyriées Th. et Syd., les Myxomyriangiacées Theissen et les Saccardiacées von Höhnel.

Caractères. — Comme il vient d'être dit, les caractères des Champignons que nous plaçons dans les Saccardinulacées sont restés longtemps mal connus à cause des descriptions inexactes de certains auteurs et de l'absence de dessins ; ces espèces ont été placées dans des groupes très divers. et. si l'on peut donner aujourd'hui un aperçu un peu plus précis, il reste encore beaucoup d'obscurité dans la question.

Du reste, s'il est facile de reconnaître ces Champignons

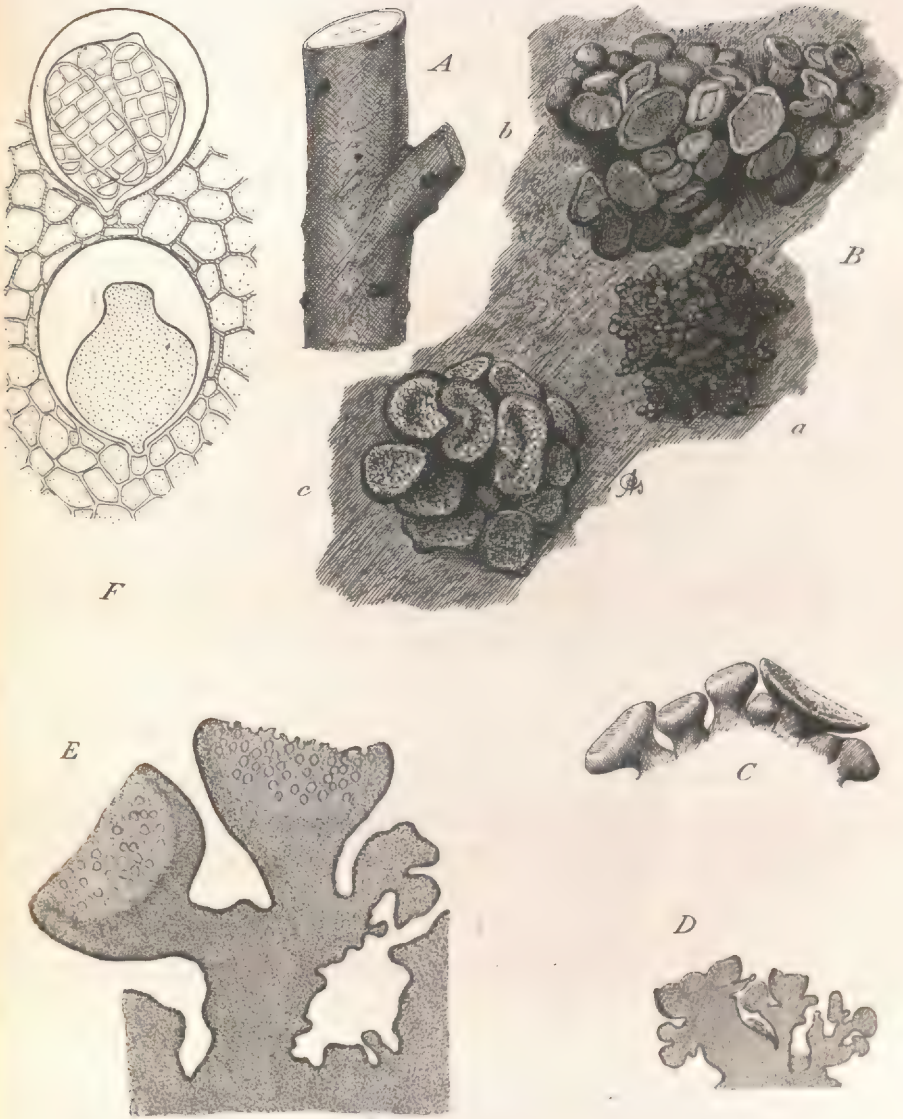


Fig. 18. — **Myriangium Duriæi** Mont. et Berk. (Voir p. 604). — A. Rameau d'*Ulmus campestris* portant le Champignon, gr. nat. — B. Fragment d'écorce portant trois stromas de *Myriangium* : *a*, jeune; *b*, plus âgé, fertile; *c*, vieux, gr. 20 environ. — C. Portion d'un stroma vu latéralement montrant les clavules, gr. 20 environ. — D. Coupe d'un stroma mûr, gr. 10. — E. Portion d'une coupe de stroma, gr. 50. — F. Deux asques, dont un mûr, et tissu environnant du stroma, gr. 1 000.

pour des Myriangiales, il est plus difficile d'indiquer des caractères nets et faciles à observer pour la famille et pour les genres.

Le caractère le plus net de la famille est celui qui tient au mode de vie, et c'est celui qu'il faut employer dans la pratique faute de mieux ; toutes les espèces bien connues *se développent sur les poils glanduleux des plantes supérieures* ; le mycélium se forme dans l'épaisseur de la paroi cellulaire de ces poils et produit ensuite un ascostroma qui ne tarde pas à crever cette paroi et à émerger au dehors ; par là les Saccardinulacées se distinguent nettement des Myriangiacées, qui sont des hyperparasites se développant sur d'autres Champignons ou sur des insectes.

En dehors du mode de vie, les Saccardinulacées présentent dans les ascostroma une allure générale, assez spéciale, mais difficile à préciser ; il y a, en général, dans le stroma des parties colorées en brun franc et des parties parfaitement incolores (comme chez les Microthyriacées, etc.), tandis que les Myriangiacées ont des teintes souvent vives et diffuses dans l'ensemble du stroma, à l'exception du genre *Cookella*, qui est le plus voisin des Saccardinulacées. Chez ces dernières, l'intérieur du stroma, autour des asques, tend à devenir gélatineux ; cette gélification atteint son maximum chez le *Nostocotheca*.

Au point de vue historique, c'est Zimmermann, qui a indiqué le premier en 1901 que le *Mölleriella Sirih* Zimm. (1) était parasite sur les poils des feuilles ; von Höhnel [*Fragm. z. Myk.*, XIII (1901), p. 6 et 10] a fait la même observation pour le *Capnodiopsis mirabilis* P. Henn. et le *Zukaliopsis amazonica* P. Henn. ; on verra plus loin qu'il en est de même pour le *Nostocotheca ambigua* et le *Saccardinula guaranitica*.

Au contraire, pour le *Mölleriella mirabilis* Wint., von Höhnel [*Fragm. z. Myk.*, VI (1909), p. 91] prétend que le Champignon se développe sur les œufs d'un animalcule, mais

(1) Zimmermann (A.), Ueber einige an tropischen Kulturpflanzen beobachtete Pilze I (*suite*) [*Centralblatt für Bakt.*, IIe Abteil., t. VII (1901), no 4, p. 139-147, avec fig. dans le texte ; — voir pour l'espèce p. 139 et fig. 10].

cette espèce paraît si voisine du *Capnodiopsis mirabilis* qu'on peut craindre une erreur d'observation.

Au point de vue de la forme générale du stroma, on peut distinguer deux types assez distincts :

1° Chez le *Saccardinula*, le stroma, développé sur un poil court et mou, s'étale sur la feuille, en une lame mince, brune, ayant quelque analogie avec l'ascostroma de certaines Microthyriacées ;

2° Chez les autres genres, le stroma se développe sur le poil à une certaine distance de la feuille, et il prend une forme globuleuse ; sa paroi est moins colorée. Le *Mölleriella Sirih* fait transition entre les deux groupes.

Les asques et les ascopores présentent les mêmes caractères que chez les autres Myriangiales ; mais les asques sont moins nombreux, les ascostroma étant plus réduits; les ascospores forment plus tardivement les cloisons longitudinales, et on ne les observe pas toujours sur les échantillons ; mais nous avons pu les retrouver chez des espèces où on ne les avait pas signalées ; aussi ne peut-on retenir l'absence de ces cloisons longitudinales comme un caractère générique, car elle tient vraisemblablement à un défaut de maturité.

Hyperparasites. — Les Saccardinulacées peuvent être attaquées par d'autres Champignons ; Lagerheim a déjà indiqué que le *Mastigochytrium Saccardiæ* Lag. se développait aux dépens des ascostroma du [*Saccardia*] *Durantæ* (= *Mölleriella Durantæ*) ; nous décrirons plus loin le *Dimerium Saccardinulæ* n. sp., qui est parasite du *Saccardinula guaranitica*.

Caractères. — Comme il a été dit précédemment, les espèces étudiées seront groupées en trois genres seulement :

1° Genre *Mölleriella* Winter. Ascostroma globuleux à tissu interne homogène (plusieurs espèces) ;

2° Genre *Nostocotheca* Starb. Ascostroma globuleux présentant à l'intérieur d'une masse gélatineuse des files de cellules à paroi brune (une seule espèce) ;

3° Genre *Saccardinula* Speg. Ascostroma aplati (une seule espèce).

Pour les genres *Zukaliopsis* et *Capnodiopsis*, voir au

genre *Mölleriella*. Le genre *Ramosiella*, à place douteuse, ne sera pas décrit.

1° Genre **Mölleriella** Winter.

[*F. exotici*, III (1886) ; — et *F. San Thomé* (1886), p. 15.]

Type. — **Mölleriella mirabilis* Winter.

Synonymie. — Genre *Capnodiopsis* P. Henn., et **Zukaliopsis* P. Henn (inclus **Myxomyriangium* Th. et *Agyrona* von Höhnel, *pr. parte*).

Il ne faut pas confondre le présent genre avec *Mölleriella* Bres. (= *Mölleria* Bres.), qui est une Hypocréacée.

Caractères. — L'opinion des auteurs a beaucoup varié sur la nature du genre *Mölleriella*. Winter l'avait placé dans les Discomycètes ; il est vrai qu'à ce moment on donnait à ce groupe un sens très large.

Saccardo [*Syll.*, VIII (1889), p. 845] l'a placé ensuite dans les Myriangiacées (sub nom. *Phymatosphæriaceæ*) ; von Höhnel l'en sépare pour le placer dans ses Saccardiacées.

Les caractères du genre sont ceux du *M. punctoidea* (*Capnodiopsis*).

Mölleriella punctoidea (Rehm.) *nob.*

Synonymie. — *Ascomycetella punctoidea* Rehm. [*Pilzfl. sudamerik*, XV (1901), p. 169] ; *Myriangium punctoideum* (Rehm.) P. Henn. [*Hedw.*, 1902, p. (56)] ; *Agyrona punctoidea* (Rehm.) v. Hohnel [*Fragm z. Myk.*, XIII (1911), p. 7] ; *Capnodiopsis mirabilis* P. Henn. [*F. S. Paul.* II (1902), p. 299 ; — voir aussi von Höhnel, *Fragm. z. Myk.*, XIII (1911), p. 6].

(Pour *M. atroviridula*, voir p. 701.)

Échantillon dessiné. — (Pl. VI) Échantillon type du *Capnodiopsis* : « A. Puttemans, *Fungi S. Paulense*, n° 385. — *Capnodiopsis mirabilis* P. Henn. n. sp. (*Hedw.*, 1902, p. 299) ; — Sao Paulo, Serra da Cantareira ; — sur feuilles d'une *Compositæ* nov. 1901 ; — leg. A. Puttemans » (Herb. S. P. V. P.).

D'après von Höhnel, l'hôte est un *Mikania* voisin du *Mikania rismiefolia* ; c'est sur cette dernière Composée, au Brésil

également, que l'on a trouvé le type de l'espèce. Le *M. atroviridula* est indiqué sur une autre Composée (*Baccharis oblongifolia*).

Le *M. punctoidea* avait été décrit d'une façon erronée par P. Hennings ; les caractères ont été corrigés par von Höhnel (*loc. cit.*).

La feuille-hôte présente deux sortes de poils : des poils ordinaires longs et des poils glandulaires courts à nombreuses cloisons ; ce sont ces derniers seuls qui sont attaqués ; le mycélium se développe dans l'épaisseur de la paroi, puis forme en un point le stroma fructifère, qui ne tarde pas à faire hernie à l'extérieur. Ce stroma forme un corps renflé à peu près globuleux ; un peu irrégulier ; sa surface brune est grumeleuse et craquelée, l'intérieur est incolore ; les asques sont dispersés dans un parenchyme incolore ; ils sont plus nombreux (fig. F) que ne l'indique von Höhnel ; de plus, contrairement aux indications de ce dernier, les ascospores sont cloisonnées dans les deux sens ; il y a trois cloisons transversales et une cloison longitudinale à divers étages. Les ascospores mesurent en moyenne 13,5 × 5,5 μ.

En somme, le Champignon doit ressembler beaucoup à *M. atroviridula*, mais pour ce dernier Rehm indique des ascospores de 18 × 7,8 μ ; si la différence est réelle, elle est assez grande pour justifier une séparation spécifique, les hôtes appartenant à deux genres différents de Composées.

P. Hennings avait considéré le poil support comme un pédicelle du Champignon, et il avait vu une ressemblance avec les *Capnodium*, d'où le nom de *Capnodiopsis* donné au genre ; aussi la description donnée par cet auteur ne donne nullement une idée même approchée de l'apparence réelle du *Möllerіella*, et cette erreur a donné lieu à une méprise qui montre bien la futilité de certaines diagnoses et la nécessité de dessiner les espèces ; l'éminent mycologue, le professeur Spegazzini, ayant à classer les espèces placées dans les Périsporiées, s'est trouvé amené à considérer le cas du *Capnodiopsis*, dont il ne connaissait que la description d'Hennings, et, d'après cette diagnose, il a placé le Champignon à côté du *Capnodium fructicolum* Pat. Ce dernier Champignon est

une Caliciacée Corynéliacée et n'a aucun rapport même lointain avec les *Mölleriella*. L'erreur d'un savant mycologue qui depuis plus de quarante ans interprète des diagnoses de Champignons montre combien il est absurde d'accorder la priorité à des noms sans se préoccuper de la valeur des diagnoses qui leur servent de base.

A l'égard du bon sens, un nom ne devrait être valable que s'il est appuyé sur une description complète et exacte, et une description peut rarement mériter ces qualificatifs si elle n'est pas accompagnée de dessins détaillés ; toute création d'espèces ou de groupes établie sur des descriptions insuffisantes ou fautives devrait être considérée comme nulle et non avenue ; un nom créé dans de pareilles conditions est souvent plus *nomen nudum* que ceux qui ne sont pas suivis de description.

2° Genre **Nostocotheca** Starback.

[*Bihang till. k. svensk. Vet.-Akad. Handl.*, Bd. XXV (1899), Afd. III, n° 1, p. 20.]

Type. — *Nostocotheca ambigua* Starb. (*loc. cit.*), espèce unique.

Caractères. — Le genre se distingue seulement des *Mölleriella* par une gélification plus marquée du tissu interne du stroma ; cette gélification laisse subsister autour des cavités cellulaires une membrane qui brunit ; les cavités cellulaires restent disposées en plusieurs files divergentes qui entourent les asques comme une corbeille.

Cette disposition donne à l'ascostroma quelque analogie avec les Microthyriacées du genre *Englerulaster*, en particulier avec l'*E. Macowanianus* [Voir *Astérinées*, I (1918), p. 183, et Pl. XXXVIII, fig. E].

Le genre *Nostocotheca* est un exemple remarquable de cette gélification des fructifications que nous avons désignée sous le nom de *seuratisation* et qui se présente chez certains genres de groupes très divers de Champignons épiphytes : Myriangiales (*Nostocotheca*, ?*Cookella*), Atichiales (*Atichia* = *Seuratia*), Sphériales (*Capnodium* = *Scorias*, certains *Dime-*

rium), Microthyriales (*Englerulaster*, *Questieria*) ; sans parler de genres à place incertaine comme *Englerula*.

Cette gélification a été considérée, à tort, comme spéciale et caractéristique d'un groupe : les Englérulacées, créé par VON HÖHNEL, qui y a placé entre autres le *Nostocotheca* [*Fragm. z. Myk.*, VII (1909), p. 54]. Une revision des prétendues Englérulacées s'impose. THEISSEN [*Mykol. Abhandl.*, (1916), p. 322 et 343] maintient le genre *Nostocotheca* entre les genres *Syntexis* TH. et *Ophiotexis* TH., pas loin du genre *Parenglerula* (= *Englerulaster* pro parte), avec lequel il n'a certainement aucune parenté. Le genre *Syntexis* TH. (*loc. cit.*), qui est décrit comme dépourvu de mycélium externe et présentant des ascospores pluricellulaires, est peut-être une Saccardinulacée ; cependant on indique des ascospores allongées. La parenté de *Nostocotheca* avec *Ophiotexis* TH. est encore plus douteuse, le second Champignon étant hyperparasite sur une Périsporiacée et ayant des ascospores filamenteuses (ce n'est peut-être qu'un *Ophionectria*, dont certaines espèces ont des périthèces plus ou moins gélifiés).

STARBACK avait placé le genre *Nostocotheca* dans les Gymnoascées, ce qui est évidemment une erreur.

Nostocotheca ambigua STARBACK (*loc. cit.*, Pl. I, fig. 31 à 33) [Cf. SACC., *Syll.*, XVI, p. 806 ; — et VON HÖHNEL, *Fragm. z. Myk.*, VII (1909), p. 54].

ÉCHANTILLON DESSINÉ. — (Pl. VII) Type de l'espèce : « VESTERGREN, *Micromycetes rariores selecti*, fasc. 33-34 (1904) — N° 830. *Nostocotheca ambigua* STARB. America australis, Brasilia, prov. Matto-Grosso. Santa-Cruz da Barra ; — in silvis juvenalibus « Capoeira » dictis ; — in foliis vivis *Helicteridis* sp. (*Sterculiaceæ*) ; — 27-3-1894 ; — specim. origin. ; — C. A. M. LINDMAN » (Herb. Muséum).

THEISSEN [*Mykol. Abhandl.* (1916), p. 343] indique que l'hôte est du genre *Helicteres*.

Comme les autres Saccardinulacées, le Champignon se montre à la face inférieure des feuilles sous l'aspect d'une multitude de petits points noirs (fig. A). Au microscope, on voit des stromas noirâtres irréguliers, qui paraissent d'abord collés

sur la surface de l'épiderme de la feuille (fig. C) ; un examen plus attentif montre que le Champignon se développe dans la partie supérieure de poils courts, glanduleux (fig. E) ; du mycélium naît un stroma gros, par rapport au poil qui le porte, saillant hors du poil (fig. F), et qui, presque toujours, vient se coller à la feuille par suite d'une flexion du poil (fig. G). La masse générale du stroma est noirâtre, mais, autour des asques, il y a des cellules hyalines. Sauf la partie basilaire insérée sur le poil, le reste subit une gélification profonde, comme il a été dit à propos des caractères génériques (fig. F). Les asques sont globuleux et ressemblent à ceux des autres Myriangiales (fig. H). Dans l'exemplaire examiné, les ascospores étaient immatures; d'après Starback, elles sont cloisonnées dans les deux sens ; celles que nous avons vues paraissaient bien être en train de se cloisonner ainsi, mais les cloisons étaient peu distinctes.

H. et P. Sydow [*Novæ fung.*, XV (1917), p. 146] ont créé un genre *Actinomyxa*, dont le type l'*Actinomyxa australiensis* Syd. se développe aussi sur une Sterculiacée (*Lasiopetalum ferrugineum* var. *cordatum*), mais en Australie. La description semble indiquer une certaine ressemblance avec le *Nostocotheca ambigua*. Le genre est Hyalophragmiées (ascospores de 18-22 × 3-4 μ), et il est placé par ses auteurs dans les Microthyriacées sans mycélium aérien.

3° Genre **Saccardinula** Speg.

[*F. guarani*, I (1883), p. 257.]

Type. — *Saccardinula guaranitica* Speg. (*loc. cit.*, p. 131 et n° 302], seule espèce bien connue.

Caractères. — Les caractères sont ceux de l'espèce unique : ascostroma mince, brun, aplati en bouclier, présentant par places des épaississements contenant un ou un petit nombre d'asques.

Le genre a d'abord été placé par Spegazzini dans les Microthyriacées ; mais, dans un travail ultérieur [*Mycetes Argentin.*, IV, n° 1434], il indique que le *Saccardinula xylosmicola* Speg. présente une structure de Myriangiacée (= Phy-

matosphériacées) avec un aspect de Microthyriacées. THEISSEN (*Einige Microthyr.*, 1913, p. 503), se basant seulement sur la description, pense que le *S. guaranitica* est voisin des *Chætothyrium* ; le même auteur (*Membranstruct. Microthyr.*, 1913, p. 280) place le genre dans les Hémisphériacées, puis (*Mycol. Abhandl.*, 1916, p. 350-352, fig. 1 et 2) dans les Lichens, à la suite d'une étude directe du Champignon.

Le genre *Phæosaccardinula* P. HENN. n'a aucun rapport avec le type du présent genre ; il paraît se rapprocher (d'après THEISSEN) des *Limacinula*, comme du reste plusieurs espèces de *Saccardinula* insérées à tort dans ce dernier genre. Il y aurait lieu de comparer le *S. guaranitica* avec les genres *Pycnopeltis* SYD. (*Diagn. Philipp. Pilze*, 1916, p. 365) et *Stephanotheca* SYDOW. (Voir aux *Hémisphériacées*).

Saccardinula guaranitica SPEGAZZINI (*loc. cit.*, n° 302). ÉCHANTILLON DESSINÉ. — (Pl. VIII) Cotype de l'espèce : « B. BALANSA. Plantes du Paraguay (1878-1884), n° 3470. *Saccardinula guaranitica* SPEG. ; — feuilles d'*Ilex* ; — Boya, près Villa Rica ; — janvier 1882 » (Herb. Muséum).

SPEGAZZINI (*loc. cit.*) indique que l'hôte est l'*Ilex theezanthum*. A l'œil nu (fig. A), le Champignon apparaît sous forme de petits points noirs, très nombreux, répandus sur toute la surface de la feuille. Au microscope, le *Saccardinula* montre des stroma bruns, aplatis, dont les cellules ont une disposition vaguement radiaire sur les bords ; cette disposition est plus apparente à la face inférieure des stroma ; il est probable que les stroma s'étalent d'abord en surface, puis s'épaississent un peu par une prolifération des cellules du côté supérieur, ce qui trouble de ce côté la disposition primitive des cellules. Le centre des stroma est plus foncé, brun opaque ; à l'extérieur de cette région centrale, on voit un certain nombre de boursouflures irrégulières contenant les asques. On peut considérer que ces asques sont dispersés dans un stroma commun comme chez les autres Myriangiales ; mais le plus souvent on ne trouve dans chaque boursouflure qu'un ou deux asques qui sont entourés de quelques cellules hyalines.

Le mycélium commence à se développer dans les poils

courts, que porte la feuille et qui sont souvent couchés sur l'épiderme ; comme dans les espèces précédentes, le stroma fait saillie hors du poil ; mais ici il s'étale immédiatement sur la surface avoisinante de l'épiderme.

Dans l'exemplaire étudié, certains stroma étaient parasités par le *Dimerium Saccardinulæ* (1), qui attaquait les individus jeunes du *Saccardinula* et substituait ses périthèces aux ascostroma de la Myriangiale, dont le développement avortait. Ce *Dimerium* est pourvu d'un maigre mycélium superficiel rampant sur la feuille et qui permet probablement à l'hyperparasite d'infecter successivement plusieurs ascostroma, en dehors des cas d'infection provoqués par les ascospores.

(1) *Dimerium Saccardinulæ* n. sp. (Pl. VIII, fig. A, B, C, D, I, J, K). Mycélium superficiel, brun, peu abondant, rampant à la surface de la feuille. Périthèces superficiels, régulièrement globuleux, petits, de 50 à 60 μ de diamètre. Asques claviformes entourés de filaments paraphysoïdes. Ascospores fusiformes, bicellulaires, brunes, de 15-18 $\times$ 4-4,5 μ. — *Hab.* : parasite sur l'échantillon type de *Saccardinula guaranitica* (Voir ci-dessus).

ORDRE DES ATICHIALES Mangin et Patouillard.

[*Atichiales*, 1912, p. 1475.]

Le petit nombre d'espèces qui constituent le groupe des Atichiales peuvent être facilement réunies en une seule famille et presque en un seul genre. Les caractères généraux seront donnés à propos de la famille. Le groupe se rattache assez nettement aux Myriangiales ; mais le mode de groupement des asques en fait un ordre plus évolué ; il est cependant difficile de le rattacher, comme groupe primitif, à un ordre déterminé de Pyrénomycètes supérieurs ; les types intermédiaires manquent jusqu'ici.

Famille des Atichiacées, Millardet *emend.* Raciborski.

[Raciborski, *Pu asit. Algen und Pilze Java's*, III (1900), p 41.]

Type. — Genre *Atichia* Flotow emend. Raciborski (Syn. : *Seuratia* Pat.).

Synonymie. — Seuratiacées Vuillemin [*Seuratia pinicola* (1905), p. 79].

Caractères. — La partie stérile du thalle présente une disposition générale assez semblable à celle des Myriangiacées et surtout des *Myriangium*; en effet, parfois, ces Champignons forment des coussinets simples (*Phycopsis*) ; le plus souvent ce sont des corps lobés ramifiés ou disposés en étoiles (*Atichia*).

Les membranes cellulaires sont fortement gonflées, gélifiées, comme cela se produit chez des organismes très divers ; les cavités cellulaires se trouvent par suite éloignées les unes des autres et bien visibles dans cette gelée peu colorée. D'après Mangin et Patouillard [*Atichiales*, 1912, p. 1475], ces mem-

branes sont dépourvues de cellulose ; la partie non diffluente qui entoure immédiatement la cavité cellulaire est formée de callose ; la partie diffluente qui constitue la gelée interstitielle a les réactions des composés pectiques ; elle est en outre imprégnée d'une substance amylacée bleuissant par l'iode (MILLARDET) chez les jeunes thalles, et brunissant sous l'influence des mêmes réactifs dans les thalles âgés. Les fructifications ascigères constituent la partie caractéristique du groupe, tandis que l'état gélifié de la partie végétative est de faible importance systématique, quoiqu'elle ait attiré bien davantage l'attention des mycologues. Dans le genre *Phycopsis*, la région à asques est peu distincte du reste du thalle, qui est ici très réduit ; mais, chez les *Atichia*, les parties fertiles constituent des renflements limités dispersés çà et là sur le thalle; dans ces renflements, que l'on peut considérer comme des ébauches très rudimentaires de conceptacles, les asques, sans être très rapprochés, peuvent cependant être considérés comme formant une couche spéciale ou hyménium placée un peu au-dessous de la surface; en même temps, ces asques présentent une légère tendance à l'allongement. C'est là une structure intermédiaire entre celle des Myriangiales à asques dispersés et globuleux et celle des Pyrénomycètes à asques serrés les uns contre les autres et allongés

Fig. 19. — **Capnodium meridionale** ARN. — Coupe d'un périthèce non mûr dont les parois cellulaires ont été décolorées.

côte à côte. Cependant les *Atichiales* présentent un degré d'évolution encore inférieur à celui des formes primitives de Pyrénomycètes vrais : genre *Protothyrium* et *Campoa* (Microthyriales), *Microthyriella* et *Myriangiella* (Hémisphériales) ; ces derniers genres se relient étroitement aux autres éléments du groupe dont ils font partie ; tandis que jusqu'ici les Atichiales ne montrent aucune parenté proche avec un

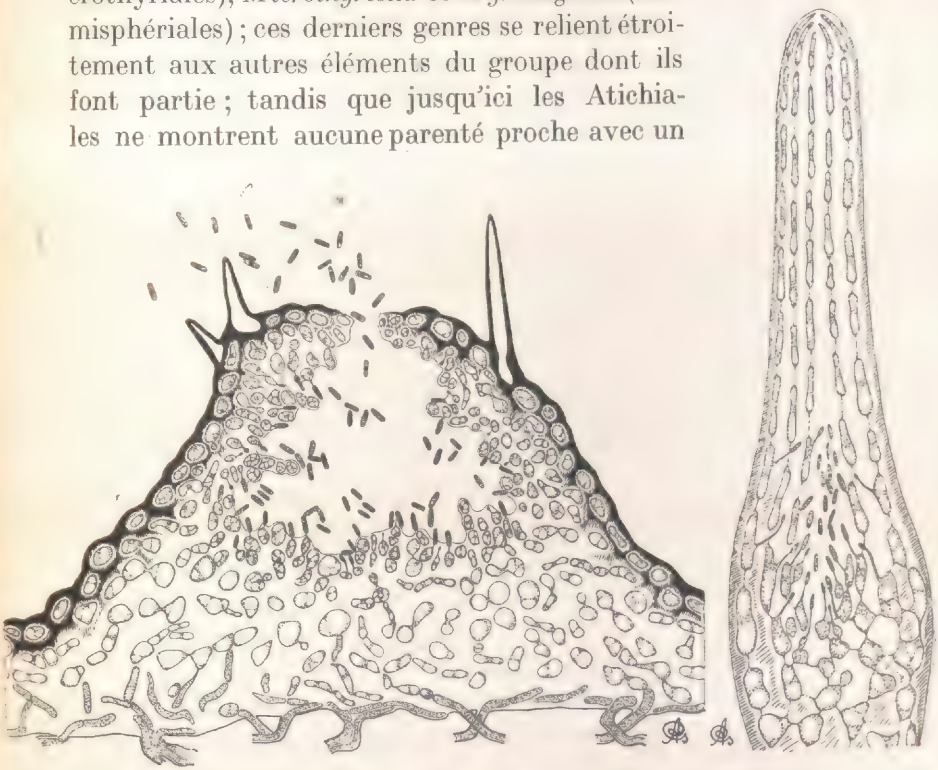


Fig. 20. — **Fumagine du « Citrus deliciosa ».** — Coupe d'une spermogonie courte et d'une spermogonie allongée (formes secondaires de *Limacinia*).

des groupes plus évolués ; on pourrait théoriquement y voir la forme primitive des Dothidéacées, mais les formes intermédiaires entre les deux groupes manquent pour le moment. On pourrait aussi voir dans les renflements ascigères des *Atichia* des rudiments d'apothécies ; mais cependant il ne semble pas que les affinités du groupe soient du côté des Discomycètes.

Les ascospores sont presque toujours bicellulaires et incolores.

Des formes conidiennes ont été décrites par divers auteurs et en particulier par Mangin et Patouillard ; elles peuvent

se trouver sur les mêmes thalles que les asques ou sur des thalles séparés ; leur structure s'éloigne des formes conidiennes ordinaires des Pyrénomycètes ; elles produisent des espèces de propagules demi-globuleuses (*Phycopsis*) ou ramifiées (*Atichia*) et formées d'un grand nombre de cellules ; ce sont des espèces de boutures qui se détachent du thalle, en général dans des régions spéciales creusées en coupe. Ces formes conidiennes pourraient être rapprochées, avec de la bonne volonté, des Hyphomycètes staurosporés, et particulièrement du genre *Valdensia* récemment décrit par Peyronel (1).

Le mode de nutrition des Atichiales n'est pas encore parfaitement précisé. Ces organismes paraissent vivre en général aux dépens du miellat des insectes, comme les fumagines saprophytes, auxquelles ils sont en général mélangés ; Cotton les a parfois trouvés vivant sur les Cochenilles elles-mêmes.

Seuratisation. — Nous avons donné ce nom à un phénomène qui existe non seulement chez les *Seuratia* (= *Atichia*), mais chez des groupes très divers ; il consiste en une gélification, normale chez l'espèce ou accidentelle, des conceptacles (et qui peut s'étendre aussi aux tissus végétatifs stromatiques voisins). Ce phénomène donne une apparence spéciale aux Champignons ; mais cette apparence ne consiste qu'en une mise en évidence d'une structure qui existe chez tous les tissus massifs des Ascomycètes et d'autres groupes. Ce n'est pas un caractère spécial à un groupe ; dans tous les ordres de Pyrénomycètes (et d'autres) on trouve des genres seuratisés et qui ne peuvent pas être séparés des formes normales. La seuratisation consiste en un gonflement de la région moyenne des membranes qui éloigne un peu les cavités cellulaires les unes des autres ; ces cavités cellulaires restent réunies par les plasmodesmes filiformes ; comme en général les tissus seuratisés sont peu colorés, on voit alors très nettement le réseau des cavités dans une masse générale de gelée.

(1) Peyronel (B.), Sopra un singolare parassita polifago : *Valdensia heterodoxa* n. gen. n. sp. (*Le Stazione sperimentale agrarie italiane*, LVI, 1923, p. 521 à 538).

ce qui donne à l'organe un aspect en apparence tout différent de celui que présente un pseudoparenchyme de Pyrénomycètes, où les parois étant colorées attirent seules le regard et dessinent des polygones plus ou moins réguliers ; mais si, chez ces derniers, on décolore la paroi cellulaire et qu'on colore ensuite le contenu des cellules, on obtient un tissu semblable à celui des Atichiales et autres organismes seuratisés. Les figures 19 et 20 représentent une coupe de *Capnodium* et une pycnide de *Limacinia* ainsi traitées, et l'aspect seuratioïde serait encore plus évident si l'on avait dessiné un conceptacle de *Scorias spongiosa*, qui n'est qu'un *Capnodium* particulièrement gélifié.

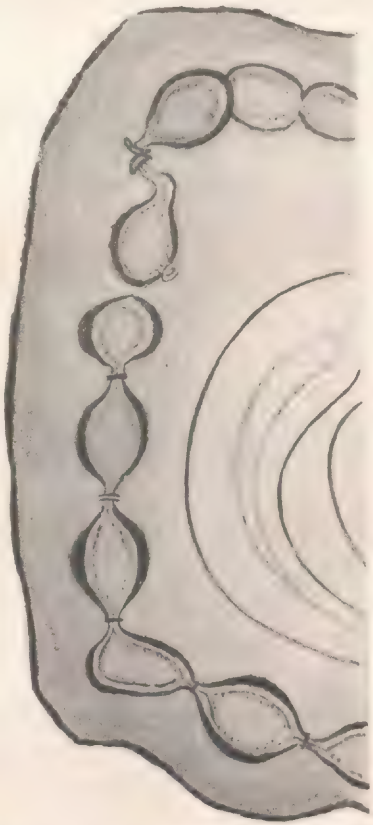


Fig. 21. — **Englerulaster asperulisporus** (Gaill.) Th. — Portion de la coupe d'un ascostroma, à membranes cellulaires en grande partie gélifiée et à cavités cellulaires plus ou moins dissociées ; à droite, asques vides à paroi incolore, gr. 1 000 [Voir *Astérinées*. I (1918), p. 184, Pl. XXXIX].

Parmi les genres de Pyrénomycètes où l'on trouve normalement ou accidentellement des formes seuratisées, on peut citer :

Nostocotheca (et un peu *Cookella*) (Myriangiales) (Voir Pl. VII) ;

Atichia (*Seuratia*) et *Phycopsis* (Atichiales) (Voir Pl. IX et X) ;

Englerulaster (fig. 21) (inclus *Parenglerula*), *Questieria* et *Balladyna* (Microthyriales) ; de plus, dans ce groupe, l'intérieur des conceptacles dans les genres sans paraphyses est normalement rempli par une gelée qui entoure les asques (*Asterolibertia*, Pl. XIV, etc.) ;

Ophionectria (certaines espèces parasites de Champignons

astérinoïdes) et *Chevalieropsis* (Hypocréales) [Voir G. Arnaud *Astérinées*, II (1921), Pl. III, sub. *Chevalieria*] ;

Capnodium (Voir fig. 19) (inclus *Scorias*) et *Limacinia* (Sphériales) (fig. 20) ;

Englerula et « Englerulacées » (Pyrénomycètes à place indéterminée).

On peut remarquer, de plus, que le tissu interne des périthèces de Pyrénomycètes, autour des asques, subit normalement une gélification du même genre, mais, dans ce cas, le contenu des cellules est souvent résorbé.

Enfin des gonflements analogues se rencontrent chez d'autres groupes de végétaux, en particulier dans le thalle des Algues et des Lichens : *Nostoc* et Collémacées, *Glœocapsa*, *Scytonema*, *Batrachospermum*, etc.

La gélification progressive des membranes d'un conceptacle est particulièrement visible chez les Microthyriacées du genre *Englerulaster*, où il reste autour des cavités cellulaires une couche plus dense et brune ; on y voit facilement tous les stades de la désarticulation des cellules (Voir *Astérinées* I. (1918), Pl. XXXIX ; et ici, fig. 21).

La seuratisation des membranes doit avoir pour effet de permettre au végétal d'absorber l'eau même quand elle est en petite quantité et de la retenir assez longtemps pour augmenter les périodes où le végétal peut vivre activement. les organismes superficiels pouvant avoir à supporter des périodes plus ou moins sèches.

Genres. — D'après Mangin et Patouillard (*loc. cit.*), on peut distinguer deux genres d'Atichiales très voisins, mais se distinguant par la forme des thalles et des conidies :

1° Genre *Atichia* Flotow. emend. Rac. (= *Seuratia* Pat.). Thalle ramifié, en étoile ; propagules réunies dans une corbeille (un petit nombre d'espèces) ;

2° Genre *Phycopsis* Mangin et Pat. — Thalle globuleux ; propagules séparées les unes des autres et dispersées dans le thalle ordinaire. Espèce unique : *Ph. Vanillæ* (Pat.) Mangin et Pat. (= *Seuratia Vanillæ* Pat.).

Nous avons seulement étudié le premier genre.

Genre **Atichia** Flotow *emend.* Raciborski.

[Racib., *Algen und Pilze Java's*, III (1900), p 41; — et *Parasit. u. Epiphyt. Pilze*, 1909, p. 369.]

Caractères. — Les caractères du genre ont été indiqués précédemment : « Thalle ramifié, étoilé; zones ascigères formant des renflements locaux ; asques ovoïdes plus ou moins groupés lâchement dans une zone placée près de la surface. Ascospores bicellulaires, d'abord incolores, puis finalement colorées chez certaines espèces. »

D'après Vuillemin, chez le *Seuratia pinicola* (= *Atichia glomerulosa*), les asques lancent avec force les ascospores à maturité ; les deux cellules des ascospores tendent à s'isoler au moment de la germination ; elles sont toujours incolores.

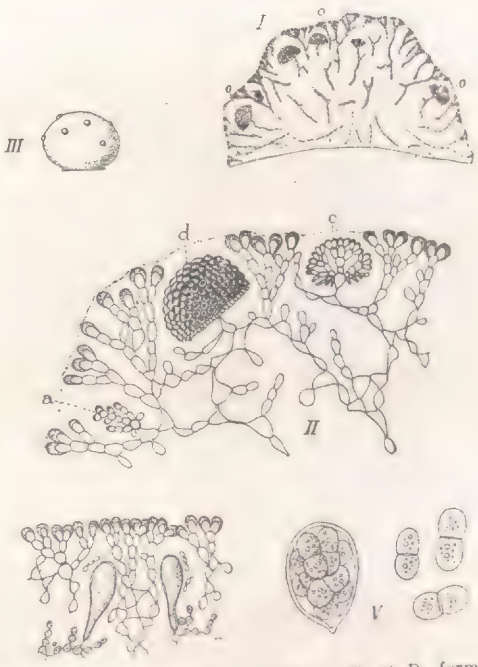


Fig. 22. — **Phycopsis Vanillæ** (Pat.) M. et P., forme conidienne et forme à asques (D'après Mangin et Patouillard.).

D'après Raciborski (*loc. cit.*) et von Höhnel [*Fragm. z. Myk.*, VII (1909), n° 333], les ascospores sont finalement brun sombre chez l'*Atichia Millardeti* Rac.

Espèces. — On a décrit un certain nombre d'espèces d'*Atichia* ; mais les différences qui les séparent sont encore bien incertaines ; nous avons utilisé, pour établir la liste ci-dessous, les travaux de von Höhnel [*loc. cit.*, et *Atichia Treubii* (1909), *Fragm. z. Myk.*, VII (1909), n° 324 in finem et n° 333] et surtout la petite monographie de Cotton.

Nous avons examiné des échantillons de deux espèces dont l'une (*A. Tonduzi*) nous a montré la forme conidienne, et l'autre (*A. Millardeti*) la forme à asques. Nous devons indiquer que les échantillons examinés ne correspondent pas aux types des espèces, mais aux échantillons d'espèces synonymes.

1° ***Atichia Tonduzi*** [Mangin et Pat.] Cotton [G. *Atichia* (1914), p. 62].

Synonymie. — a. *Seuratia Tonduzi* Mangin et Pat.

b. *A. dominicana* Cotton (*loc. cit.*) ; cette espèce devrait se distinguer d'*A. Tonduzi* par la forme des conidies ; mais, sur

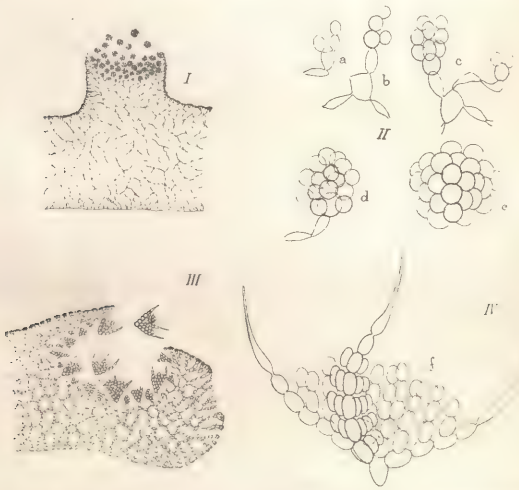


Fig. 23. — **Atichia, formes conidiennes** (d'après Mangin et Patouillard).

les échantillons examinés, nous n'avons pas trouvé nettement les différences indiquées par Cotton.

Échantillons dessinés. — (Fig. 24, et Pl. IX, fig. A, B, C) Un des types de Cotton : « Ex. herb. Hort. Bot. Reg. Kew. — *Atichia dominicana* Cotton ; — Senhouse Estate.

Dominicana, West-Indies ; — J. Jones ; — febr. 1913 ; — cotype » (Herb. Muséum).

Les thalles examinés ne présentaient pas la forme ascosporée, mais seulement des formations semblables aux « corbeilles à propagules » décrites par Mangin et Patouillard [*Atichiales* (1912), p. 1476, fig. 1[I, II]], pour le *Seuratia Tonduzi*. Pour les autres caractères, les thalles présentent une grande ressemblance avec ceux de l'espèce suivante (*A. Millardeti*), mais ils sont en général plus grands.

Ces thalles forment des étoiles irrégulières, noires, appliquées sur la feuille et ayant 2 ou 3 millimètres de diamètre (fig. A et B); ils sont accompagnés d'une fumagine assez abondante qui couvre toute la feuille et qui leur est étrangère. Certains de ces thalles sont stériles (fig. B, à gauche) ; les autres présentent à leur face supérieure (fig. B, à droite) des renflements hémisphériques ou presque globuleux qui sont les « corbeilles à propagules »; mais la plupart de ceux qui ont été observés n'étaient pas encore ouverts ; ils contenaient cependant déjà des conidies formées.

La figure 23 correspond aux échantillons types d'*A. Tonduzi* et non à l'*A. dominicana*.

Fig. 24. — **Atichia Tonduzi** Mangin et Patouillard (type). — Feuille portant l'*Atichia* à la face supérieure, gr. nat. (Phot. Mangin).

2° ***Atichia Millardeti*** Rac. (*loc. cit.*).

Synonymie. — Nous ne citerons ici que : *Seuratia coffeicola* Pat. [*Ch. îles Gambier* (1904), p. 136, fig. 1 ; — et *Ch. Polynésie* (1906), p. 53, fig. 3].

Échantillon dessiné. — (Fig. 25, et Pl. IX, fig. D à H ; Pl. X, fig. I, J, K) : « *Seuratia coffeicola*; — café ; — Tahiti (ascophores) » (Herb. Muséum).

Ici également l'*Atichia* est accompagnée d'une fumagine

assez abondante, qui paraît surtout formée par le *Limacinula tahitensis* (Pat.) Th. (*Saccardinula tahitensis* Pat.).

Cette espèce d'*Atichia* est dans l'ensemble analogue à la précédente, mais les thalles sont plus petits, ne dépassant pas un millimètre ; ceux que nous avons observés ne présentaient pas de conidies, mais seulement des renflements ascophores (fig. D). Ces renflements résultent de l'épaississement d'une zone limitée de la partie supérieure du thalle ; ils sont plus aplatis, moins régulièrement arrondis et plus gros que les corbeilles à propagules. Leur surface a à peu près l'apparence du reste du thalle, mais elle a subi une distension qui a éloigné davantage les cavités cellulaires; cependant la couleur est plus foncée (fig. G, I. J). A l'état sec, les thalles sont durs et cornés ; humectés, ils deviennent gélatineux.

En coupe, on voit que les asques sont placés dans une zone peu profonde et sont entourés et recouverts par des cellules appartenant à la substance ordinaire du thalle. Les asques sont tous placés à peu près au même niveau et dressés verticalement, leur sommet tourné vers l'extérieur ; ils sont à une certaine distance les uns des autres ; leur forme est en général un peu allongée (globuleuse-ellipsoïde); leur paroi est épaisse à la partie supérieure ; à maturité, ils tendent à s'allonger jusqu'à l'extérieur (fig. J à droite), trouant la surface du thalle, pour émettre les ascospores au dehors (fig. 25). comme chez la plupart des Myriangiales. La cavité de l'asque se termine inférieurement par un mince canal qui se relie à une cellule du thalle (filament ascogène?). Autour des asques. les cellules sont un peu plus petites, mais elles ont la même disposition que dans la partie végétative, et on ne peut pas les considérer comme formant de rudimentaires paraphyses.

Les ascospores observées par nous étaient bicellulaires et incolores. Nous avons indiqué précédemment que, d'après certains auteurs, elles peuvent devenir brunes.

La partie stérile des stroma est formée d'un tissu analogue à celui des autres *Atichia* et dont les parois cellulaires sont très gonflées. On peut distinguer vaguement trois couches : la couche supérieure colorée en brun, et dont les cellules externes un peu saillantes sont coiffées d'une calotte brun foncé formée

par la partie la moins gélifiée de la paroi externe (fig. J et K) ; la couche inférieure formée de cellules petites et dont les parois sont légèrement colorées en brun clair ; la couche moyenne très gonflée où les cavités cellulaires sont très éloignées les unes des autres (fig. J), mais qui montrent cependant assez souvent un alignement en files décelant la nature filamenteuse primitive. Dans la masse gélifiée des membranes,

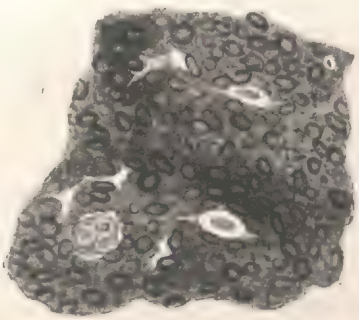


Fig. 25. — **Atichia Millardeti** Rac. — Surface d'un renflement ascigère vu par-dessus ; les asques mûrs s'insinuent à travers les cellules superficielles pour émettre leurs ascospores à la surface, gr. 1 000.

on distingue des zones de réfringence inégale. Les cavités des diverses régions sont anastomosées entre elles, un peu dans tous les sens, par des plasmodesmes simples et relativement longs, bien visibles (après coloration), surtout dans la région moyenne, par suite de la transparence des membranes et de l'éloignement des cavités cellulaires. Comme nous l'avons déjà indiqué [*Astérinées*, I (1918), p. 77], cette disposition existe dans tous les pseudoparenchymes des Pyrénomycètes, mais elle est souvent cachée par la coloration des membranes.

* * *

Anthostoma? Vincensii nov. sp. — Diagnose : « Périthèces isolés, inclus, globuleux, de 1 millimètre à 1 mm,5 de diamètre, avec un col court. Asques allongés de 165 μ de long, avec au sommet un bouchon colorable par l'iode, paraphyses filiformes, ascospores à paroi brune, avec une bande hyaline en spirale, de 25 à 30 μ de long sur 10 μ de large. » Cette espèce est incontestablement une Xylariée (Voir le genre *Spirogramma*).

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

(IV)

Pour éviter de donner une trop grande longueur à ce travail, nous n'avons indiqué que quelques publications. On trouvera des indications sur les autres publications dans : Lindau et Sydow, *Thesaurus litteraturæ mycologicæ et lichenologicæ* et dans les Revues bibliographiques.

Dans l'index, le titre complet de l'ouvrage est précédé de l'abréviation usitée dans le texte et suivi de l'indication des Champignons intéressant notre sujet dont il est question dans la note.

1914. Cotton, Genre *Atichia*. — Cotton (A.-D.), The genus Atichia (*Bulletin of Micellaneous information. Royal botanic Gardens. Kew.*, 1914, n° 2, p. 54-63, fig. 1-5 dans le texte).

1902-1918. Von Höhnel, *Fragm. z Myk.*, I-XXV. — Höhnel (Franz von), Fragmente zur Mykologie, fasc. I à XXV (*Sitz. k. Akad. Wissenschaft. Wien. Math. natur. Kl.*, Abt. I, 1902 à 1918).

1915. Theissen et Sydow. *Dothideales*. — Theissen (F.) et Sydow (H.), Die Dothideales [*Annales mycologici*, XIII (1915), p. 149 à 746, Pl. I à VI].

1918. Arnaud. *Astérinées*, I. — Arnaud (G.), Les Astérinées, I [*Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier*, nouv. série, t. XVI (1917-1918), p. 1 à 288, Pl. I-LIII, août 1918].

1918. Von Höhnel, *Schenckiella u. Zukaliopsis*. — Höhnel (Franz von), Ueber die Gattungen Schenckiella P. Henn. und Zukaliopsis P. Henn [*Ber. d. deutsch. bot. Gesells.*, Bd. XXXVI (1918), p. 305-308 ; — analysé dans le *Centralbl. f. Bakt.*, zw. Abt., LVI Band, 1922, p. 188-189]. — Genres divers de Saccardinulacées.

1918. Theissen et Sydow, *Synopt. Tafeln*. — Theissen (F.) et Sydow (H.), Synoptische Tafeln [*Annales mycologici*, XV (1917), p. 389 à 491, 38 fig.] ; paru en 1918.

1918. Theissen et Sydow. Pseudosphériales. — Theissen (F.) et Sydow (H.), Vorentwürfe zu den Pseudosphæriales [*Annales mycologici*, XVI (1918), p. 1 à 34].

1921. Arnaud, *Astérinées*, II[1]. — Arnaud (G.), Les Astérinées II, fasc. 1 [publié sous le titre : « Étude sur les Champignons parasites » dans les *Annales des Épiphyties*, t. VII (avril 1921), p. 1 à 115, fig. 1 à 25 dans le texte, Pl. I à X]. — Généralités sur les Myriangiales, p. 29, fig. 4.

1923. Arnaud, *Astérinées*, III[1]. — Arnaud (G.), Les Astérinées III, fasc. 1 [publié sous le titre : « Étude sur les Champignons parasites : note complémentaire », dans les *Annales des Épiphyties*, t. IX, fasc. 1 (1923), p. 1 à 40, fig. 1 à 38 dans le texte, et Pl. I à X].

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Uleomyces sanguineus (Speg.) Sydow (parasite sur *Parmularia Styracis* Lév.) (Voir p. 682). — A. Fragment de feuille portant un ascostroma normal de *Parmularia* et une autre fructification remplacée par un ascostroma de l'*Uleomyces*, gr. 10. — B. Coupe d'un ascostroma d'*U. sanguineus*, gr. 50. — C. Un asque d'*U. sanguineus*, avec un fragment du tissu de l'ascostroma, gr. 1000. — D. Deux ascospores, gr. 1000. — **Uleomyces Theissenii** n. sp. (parasite sur *Cocconiopsis Theissenii* Arn.) (Voir p. 683). — E. Fragment de feuille vue par la face inférieure portant des ascostroma d'*U. Theissenii*, gr. 10. — F. Schéma des deux faces d'un même fragment de feuille (une des faces supposée vue par transparence) montrant la superposition des fructifications, gr. nat. — G. Coupe de la feuille et de deux ascostromas, gr. 50. — H. Deux ascospores, gr. 1000.

PLANCHE II

Uleomyces Struthanthi n. sp. (parasite sur le *Parodiopsis Struthanthi*) (Voir p. 684) — A. Face supérieure de la feuille portant l'*Uleomyces*, gr. 10. — B. Fragment de A, gr. 10. — C. Mycélium du *Parodiopsis* avec un jeune ascostroma de l'*Uleomyces*, gr. 375. — D. Coupe d'un jeune ascostroma de l'*Uleomyces*, avec mycélium interne et externe du *Parodiopsis*, gr. 375. — E. Coupe d'un ascostroma mûr de l'*Uleomyces* avec deux asques vidés, gr. 375. — F et G. Deux ascospores, gr. 1000.

PLANCHE III

Uleomyces (Elsinoe) Canavalliæ (Rac.) nob. (Voir p. 685). — A. Face supérieure de la foliole portant les cloques saillantes du côté supérieur ou du côté inférieur, gr. nat. — B. Portion d'une coupe passant par deux cloques, gr. 10. — C. Portion de la coupe d'une cloque convexe du côté supérieur, avec stroma et asques de l'*Uleomyces* au milieu des cellules liégeuses, gr. 1000. — D. Deux asques de l'*Uleomyces*, gr. 1000. — **Elsinoe viticola** Rac. (Voir p. 686). — E. Feuille vue par la face inférieure, gr. nat.

PLANCHE IV

Uleomyces (Elsinoe) Querci Ilicis nov. sp. [en compagnie du *Cycloconium Querci Ilicis* (Peglion) nob.] (Voir p. 687). — A. Face supérieure d'une feuille de *Quercus Ilex* portant les deux Champignons, gr. nat. — B. Portion d'une tache montrant les fructifications de l'*Uleomyces* vues à la loupe, gr. 10. — C. Lambeau d'épiderme avec deux ascostroma vus par-dessus (par transparence), gr. 50. — D. *Id.* plus grossi, gr. 375. — E. Coupe d'un ascostroma, gr. 375. — F. Trois ascospores presque mûres, gr. 1000. — **Cycloconium Querci Ilicis** (Peglion) nob. [sur feuilles vivantes de *Quercus Ilex* L., bois de Lavalette, à Montpellier (Hérault, France), 22 mai 1912 ; leg. G. Arnaud]. — G. Lambeau d'épiderme avec mycélium subcuticulaire et conidiophores du *Cycloconium*, gr. 1000. — H. Conidiophore court, gr. 1000. — I. Conidiophore long, annelé, ayant produit successivement plusieurs conidies, gr. 1000. — J, K. Conidies, gr. 1000.

PLANCHE V

Cookella microscopica Saccardo [parasite sur l'**Helostroma album** (Desm.) Pat.] (Voir p. 689). — A. Face inférieure d'un fragment de feuille de *Quercus* portant les deux

Champignons, gr. nat. — B. Fragment de A, à l'état sec, gr. 10. — C. Fragment de A, à l'état humide, gr. 50. — D. Coupe de la feuille et d'un ascostroma du *Cookella* (à gauche, paquets de conidies de l'*Helostroma*), gr. 375. — F. Portion de la coupe d'un ascostroma mûr, gr. 375. — G. Portion basilaire d'un ascostroma, en coupe, gr. 1 000. — H. Trois ascospores, gr. 1 000. — I. Deux paquets de conidies de l'*Helostroma*, l'un vu de profils et l'autre vu en coupe optique, gr. 1 000.

PLANCHE VI

Mölleriella punctoidea (Rehm) nob. (Voir p. 700). — A. Fragment de feuille (face inférieure) portant le Champignon, gr. nat. — B. *Id.*, gr. 10. — C. *Id.*, gr. 50. — D. Poil glanduleux parasité, présentant le mycélium du *Mölleriella* dans l'épaisseur de la paroi, sans fructification, gr. 375. — E. Poil ordinaire et poil glanduleux portant un ascostroma mûr, gr. 375. — F. Coupe d'un ascostroma, gr. 375. — G. Ascospores, gr. 1 000.

PLANCHE VII

Nostocotheca ambigua Starback (Voir p. 703). — A. Face inférieure de la feuille portant le Champignon, gr. nat. — B. *Id.*, gr. 10. — C. *Id.*, gr. 50. — D. Poil glanduleux, normal, gr. 375. — E. Poil glanduleux envahi dans sa partie supérieure par le mycélium du parasite, gr. 375. — F. Poil parasité, portant un ascostroma (représenté en coupe optique épaisse), gr. 375. — G. Coupe de la feuille portant à la face inférieure un poil ordinaire étoilé et un poil glanduleux portant un ascostroma du *Nostocotheca* (le poil est rabattu vers la feuille et l'ascostroma, collé à l'épiderme], gr. 375. — H. Asque avec ascospores non mûres (les cloisons sont peu visibles, gr. 1 000).

PLANCHE VIII

Saccardinula guaranitica Speg. parasité par **Dimerium Saccardinulæ** n. sp. (Voir p. 705). — A. Portion de feuille portant les deux Champignons à la face inférieure, gr. nat. — B. *Id.*, gr. 12. — C. *Id.*, avec trois perithèces globuleux du *Dimerium* et de nombreux ascostroma du *Saccardinula* à divers états, gr. 50. — D. Lambeau d'épiderme portant (en bas) un ascostroma de *Saccardinula*, en haut un périthèce et le mycélium du *Dimerium*, gr. 375. — E. Ascostroma du *Saccardinula* vu par-dessus, gr. 375. — F. Coupe d'un ascostroma de *Saccardinula* avec une loge à asque ; coupe de l'épiderme inférieur de la feuille et du poil glanduleux parasité par le Champignon, gr. 375. — G. Asque de *Saccardinula* isolé, gr. 1000. — H. Deux ascospores de *Saccardinula*, gr. 1 000. — I. Coupe d'un périthèce du *Dimerium*, du stroma stérilisé du *Saccardinula* contenant une section du poil nourricier et de la partie inférieure (retournée) de la feuille, gr. 375. — J. Deux ascospores non mûres du *Dimerium*, gr. 1 000. — K. Ascospore? mûre du *Dimerium* (trouvée libre sur la feuille), gr. 1000.

PLANCHE IX

Atichia Tonduzi [Mangin et Pat.] Cotton. (Voir p. 714). — A. Face supérieure de la feuille portant le Champignon (la fumagine qui accompagnait l'*Atichia* n'a pas été représentée), gr. nat. — B. Trois thalles de l'*Atichia* vus par-dessus à l'état sec, dont deux avec renflements conidifères, gr. 10. — C. Thalle humide coupé verticalement dans la partie centrale, avec un bras entier portant un renflement conidifère (le disque d'adhésion de la partie centrale est devenu convexe par gonflement), gr. 50. — **Atichia Millardeti** Rac. (Voir p. 715). — D. Feuille portant l'*Atichia* à la face supérieure (la fumagine n'a pas été représentée), gr. nat. — E. Thalle vu par-dessus à l'état *sec*, avec renflements ascigères, gr. 50. — F. Thalle vu par-dessus à l'état *humide*, avec renflements ascigères, gr. 50. — G. Coupe d'un thalle passant par le centre et par un bras qui porte un renflement ascigère, gr. 50. — H. Ascospores, gr. 1 000.

PLANCHE X

Atichia Millardeti Rac. (*suite de la Pl. IX*) (Voir p. 715). — I. Coupe longitudinale d'un bras du thalle portant un renflement ascigère, gr. 165. — J. Portion de I, au niveau de l'épaississement contenant les asques, gr. 1 000. — K. Portion de la face supérieure d'une partie *stérile* du thalle, gr. 1 000.

PLANCHE XI

Polystomella ? Clypeata (Wint. ?) nob. (1). [Microthyriacées]. — [« E. Ule. n. 280 *Phyllachora* nov. sp. ; — Pr. St. Catharina, em. *Smilax* na ilha de Sao Francisco, Junho, 1885 ; — leg. E. Ule. ». Herb. Muséum). — A. Face supérieure de la feuille, gr. nat. — B. Portion de A ; à droite, Champignon avec l'ascostroma en place ; à gauche, l'ascostroma est tombé laissant voir la cuticule luisante recouvrant le stroma végétatif interne, gr. 10. — C. Un ascostroma détaché vu par-dessous ; les taches plus claires correspondent aux loges, gr. 10. — D. Portion d'un stroma vu par transparence, gr. 50. — E. Coupe diamétrale d'un stroma et de la feuille qui le porte, gr 50. — F. Coupe sécante d'un stroma, gr. 50. — G. Coupe d'une loge et de la portion de la feuille correspondante (cuticule et stroma interne), gr. 375. — H. Bord d'un ascostroma, gr. 375. — I. Coupe de la feuille près du bord d'un ascostroma (avec stroma subcuticulaire et mycélium interne). — J. Coupe tangentielle de l'épiderme de la feuille placé sous l'ascostroma, mais en dehors du mamelon central (partiellement décolorée par l'eau de Javel), gr. 375.

PLANCHE XII

Myriostigma Guatteriæ nov. gen. nov. sp. (2) [Microthyriacées]. — [« E. Ule. n. 284. *Phyllachora* sp. ; — Pr. St. Catharina, em. *Guatteria* na ilha de Sao Francisco, Junho 1885 ; — leg. E. Ule. » Herb. Muséum, en compagnie de l'*Asterolibertia nodulosa* (Speg.) nob.]. — A. Face supérieure de la feuille, gr. nat. — B. Portion de A, gr. 10. — C. Portion de feuille ayant porté deux ascostroma qui ont été enlevés ; au-dessous le mycélium épidermique dessine des cercles concentriques, gr. 10. — D. Portion d'un stroma vu par-dessus, gr. 50. — E. Coupe sécante d'un ascostroma mûr, gr. 50. — F. Coupe d'une loge, gr. 375. — G. Deux ascospores, gr. 1 000. (Pour la suite, voir Pl. XIII, fig. H à M.)

PLANCHE XIII

Myriostigma Guatteriæ (*suite de la Pl. XII*). — H. Ascospore anormale biseptée, gr. 1 000. — I. Coupe de la feuille avec mycélium interne, gr. 375. — J. Lambeau d'épiderme vu par-dessus, gr. 375. — K. Bord d'un ascostroma vu par-dessus, montrant par transparence les tubes de pénétration dans la feuille, gr. 1 000. — L. Bord d'un ascostroma ayant heurté un thalle d'Algue (*Cephaleuros* ?), gr. 375. — M. Bord d'un ascostroma proliférant par places, avec indication des tubes de pénétration, gr. 375. — **Asterolibertia inæqualis** (Mont.) Arn. [Microthyriacées] (« *Asterina inæqualis* Mont. m. s. ; — Guyana ; — Leprieur n. 1375 ». Herb. Muséum). — N. Coupe d'un ascostroma, assez loin du centre, gr. 375. — O. Coupe montrant les rapports des filaments de pénétration et des filaments ascogènes, gr. 1 000. — P. Coupe de la partie supérieure de la feuille et du bord d'un ascostroma, avec filament de pénétration et mycélium interne, gr. 1 000. (Pour la suite, voir Pl. XIV.)

PLANCHE XIV

Asterolibertia inaequalis (*suite de la Pl. XIII*) [Microthyriacées]. — A. Face supérieure de la feuille portant le Champignon, gr. nat. — B. Fragment de A, gr. 10. — C. Portion d'une tache avec un ascostroma jeune et du mycélium

(1) Espèce remarquable placée provisoirement dans le genre *Polystomella* ; les ascospores n'étant pas mûres, une détermination précise n'est pas possible. Sur les échantillons de la même récolte on a décrit : *Auerswaldia clypeata* Winter. [= *Phæochorella clypeata* (Wint.) Th. et Syd, Dothidéales (1915), p. 406] et *Dothidella smilacicola* Rehm. [Hedw., 1897, p. 375 ; cf. aussi Th. et Syd., Dothidéales (1915), p. 322]. Ces deux dernières espèces ont *théoriquement* des ascostroma inclus dans l'hôte.

(2) *Myriostigma* n. g. (Microthyriacées Polystomellées Polystomellinées, voir p. 648). Diagnose : « Comme *Polystomella*, mais tissu stérile de l'ascostroma très mince, réduit souvent à une seule couche de cellules, sans tissu paraphysoïde entre les asques. Ascospores brunes, divisées inégalement. Est à *Polystomella* ce qu'est *Asterina* Th. et S. à *Parasterina* ou *Morenoella* à *Lembosia*. Un grand nombre de cellules de la paroi envoient isolément un filament qui traverse la cuticule et forme le mycélium intramatrical ; diffère de *Leptodothis* par les stromas plus minces isolés, et par les filaments de pénétration isolés.

externe, gr. 50. — D. Bord d'un ascostroma immature et mycélium avec un début d'ascostroma, gr. 375. — E. Coupe médiane d'un ascostroma mûr ou presque, gr. 375. — F. Une ascospore, gr. 1 000.

PLANCHE XV

Lasiobotrys Loniceræ KUNZE [Dothidéacée aberrante] [Éch. 1 (fig. A à E et H. à P)] : « BRIOSI et CAVARA. I. *Fungi parassiti...*, n. 175. — *Lasiobotrys Loniceræ* KUNZE, sur *Lonicera nigra* L. ; — été 1891 ; — Varallo Sesia (Novara) ; — leg. A. GUARINONI ». — 2. (fig. F et G) « R. MAIRE, *Mycotheca boreali-africana*, n. 147. — *Lasiobotrys Loniceræ* KUNZE ; — sur les feuilles de *Lonicera kabylica* REHD.; — forêt d'Aït-Ouaban, Djurdjura, 28-7-1913 (matrix nova); — leg. R. MAIRE » (Herb. S. P. V. P.). — A. Face inférieure de la feuille, gr. nat. — B. Fragment de A, gr. 10. — C. Fragment de feuille portant le Champignon à un état plus avancé ; certains stroma se sont disséminés, gr. 10. — D. Coupe de la feuille et de jeunes stroma, gr. 50. — E. Jeunes stroma, gr. 375. — F. et G. Formation de jeunes périthèces aux dépens des cellules superficielles du stroma, gr. 375. — H. Stroma vu par-dessus, à périthèces presque mûrs, gr. 50. — I. *Id.*, vue latérale, gr. 50. — J. *Id.*, gr. 375. — K. *Id.*, en coupe, gr. 50. — L. Coupe d'un stroma portant un périthèce presque mûr, gr. 375. — M. Portion marginale d'une coupe du stroma, sur la face latérale près de l'insertion des périthèces, gr. 1 000. — N. Deux fragments d'une touffe d'asques en grappe, gr. 375. — O. Asque presque mûr, gr. 1 000. — P. Ascospores mûres, gr. 1 000.

PLANCHE XVI

Parodiella grammodes [Dothidéacées simples] (« 1938. *Parodiella grammodes reticulata* E. et E. ; — on *Chapmania floridana*. — *Plants of Florida*, collected at Eustis, Lake County, by GEO v. NASH, May 28 to June 15, 1895, determined by M. J.-B. ELLIS ». Herb Muséum). — A. Feuille portant le Champignon le long des nervures, gr. nat. — B. Fragment de A, gr. 10. — C. Schéma d'une coupe de la feuille portant le Champignon, gr. 375. — D. Coupe d'un « périthèce », gr. 375. — E. Ascospores, gr. 1 000.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

I. — Considérations générales sur la classification des Pyrénomycètes 646

Classification proposée 646

Classifications diverses 668

II. — Ordre des Myriangiales 672

I. — Famille des Myriangiacées 679

A. Tribu des Cookellées 679

1° Genre *Uleomyces* 681

2° Genre *Cookella* 688

B. Tribu des Myriangiées 693

Genre *Myriangium* 694

II. — Famille des Saccardinulacées 696

1° Genre *Möolleriella* 700

2° Genre *Nostocotheca* 702

3° Genre *Saccardinula* 704

III. — Ordre des Atichiales 707

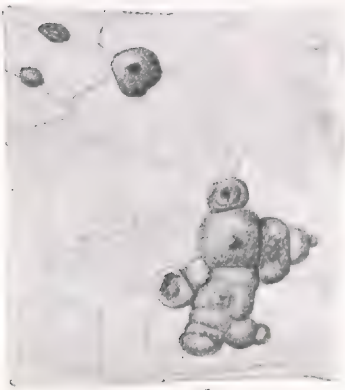
Famille des Atichiacées 707

Genre *Atichia* 713

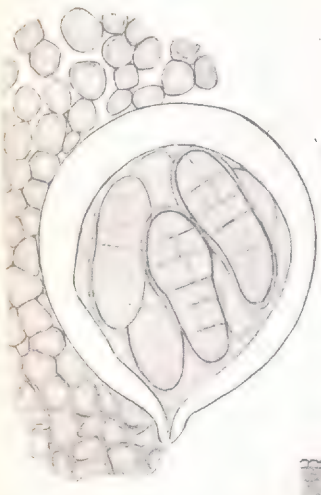
Index bibliographique 718

Explication des planches 719

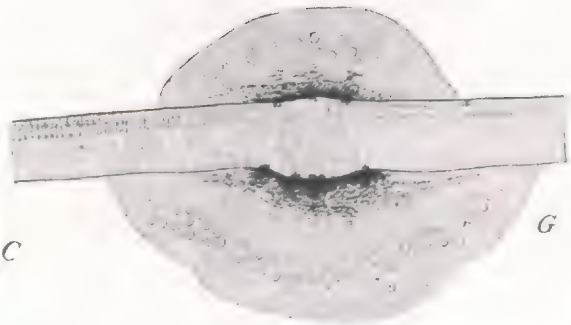
A



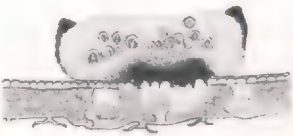
E



C

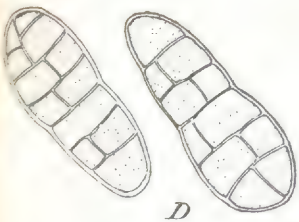


G



B

F

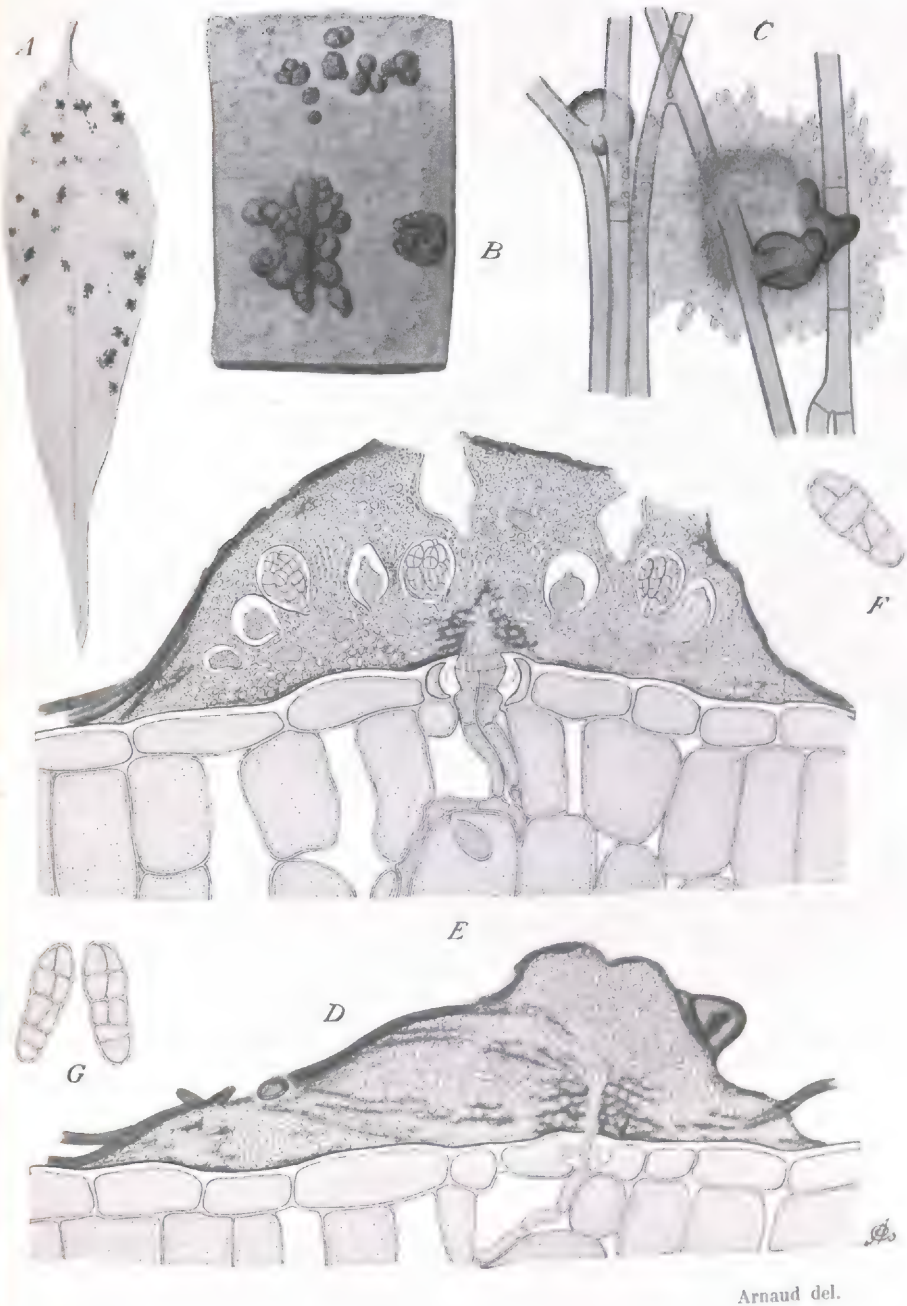


D

H

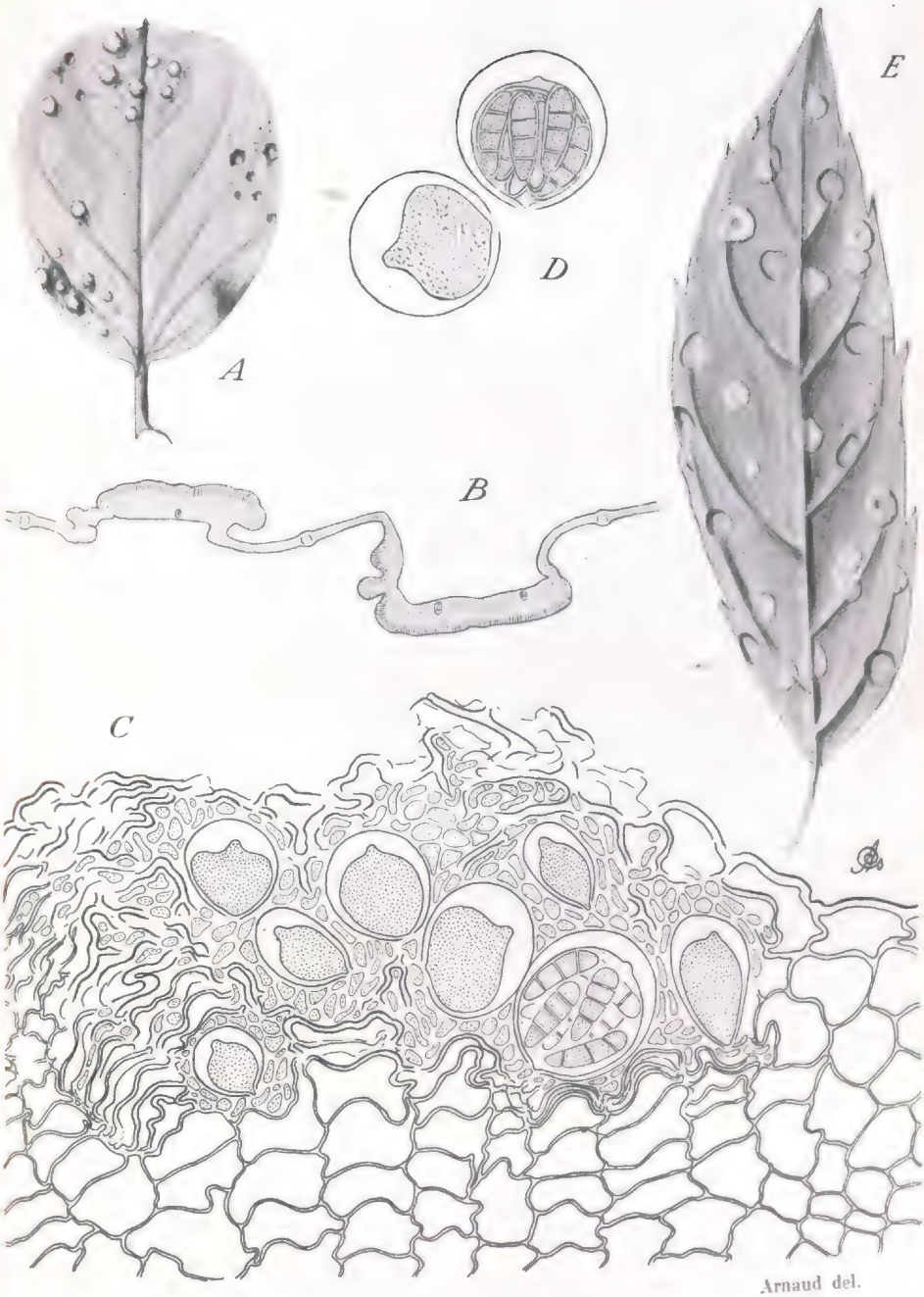
Arnaud del.

Uleomyces sanguineus (fig. A à D) et ***U. Theissenii*** (fig. E à H).

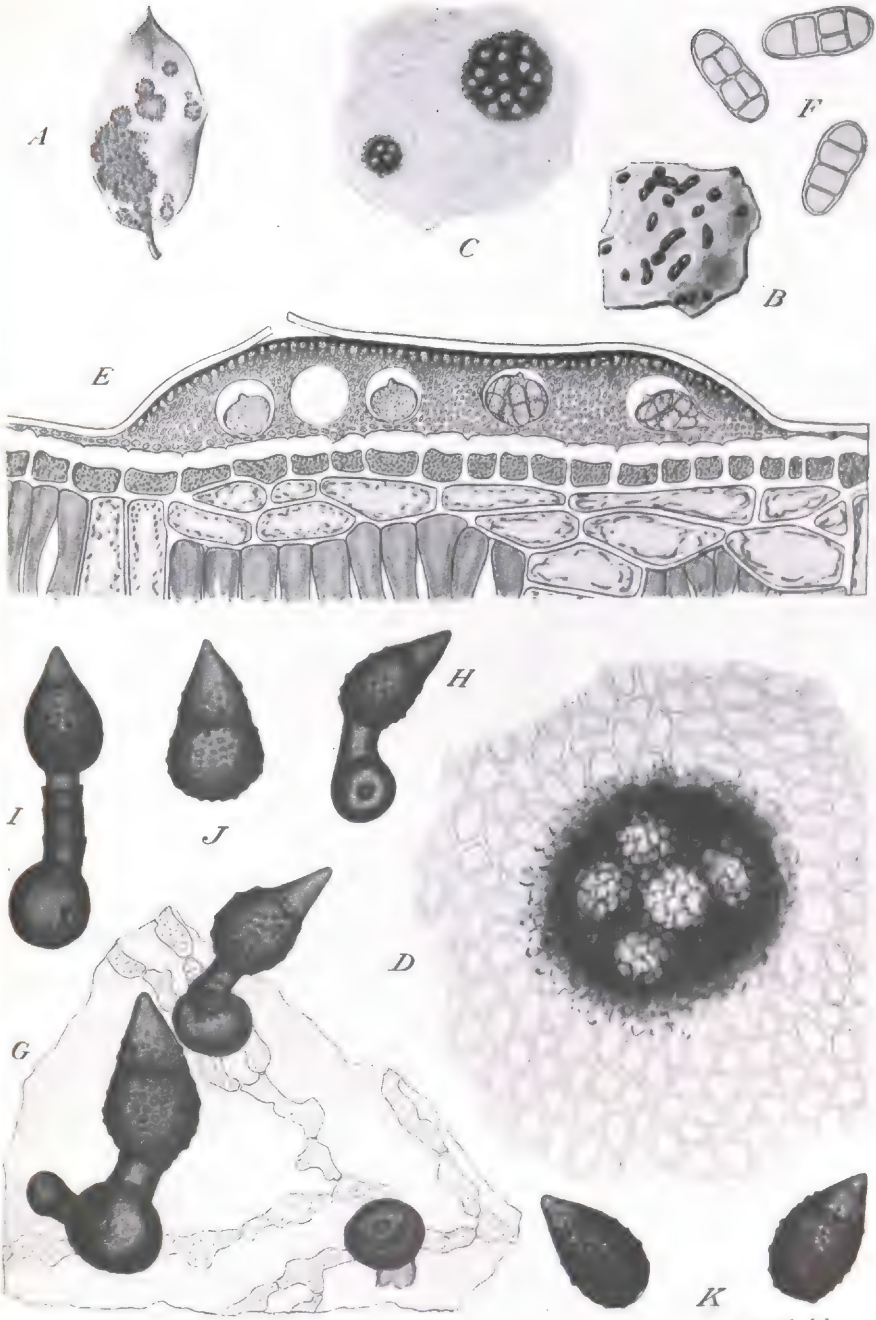


Arnaud del.

Uleomyces Struthanthi nov. sp.

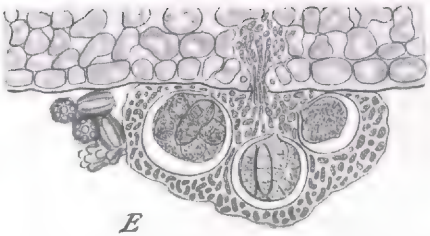


Uleomyces (Elsinoe) Canavalliæ (fig. A à D) et ***Elsinoe viticola*** (fig. E).



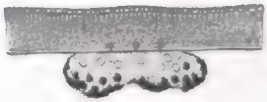
Arnaud del.

Uleomyces (Elsinoe) Querci Ilicis (fig. A à F) et ***Gycloconium Querci Ilicis*** (fig. G à K).

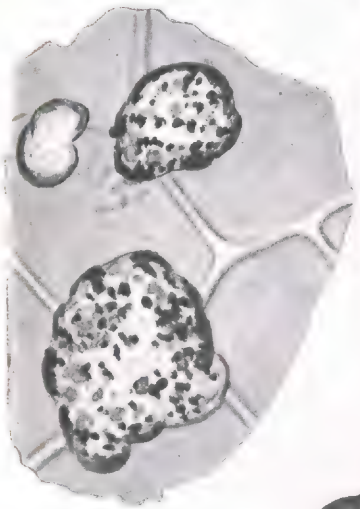


E

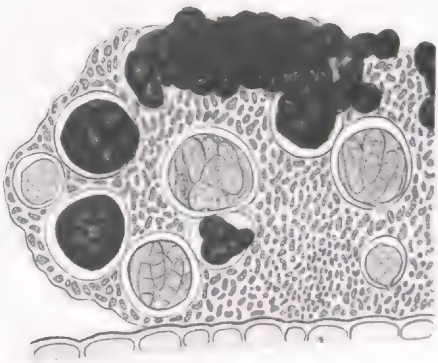
B



D



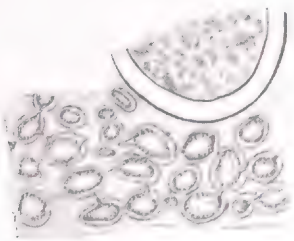
C



F

I

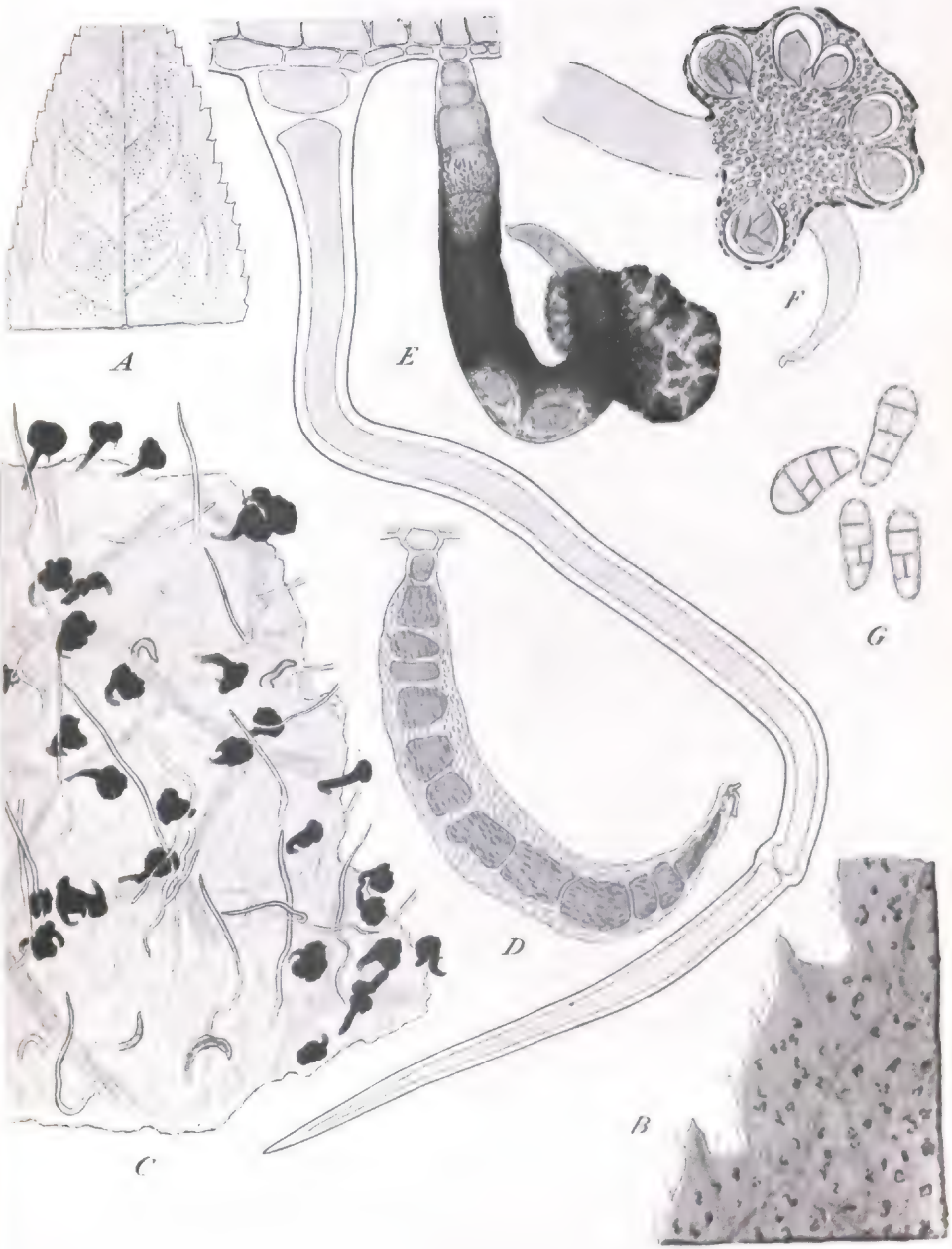
H



G

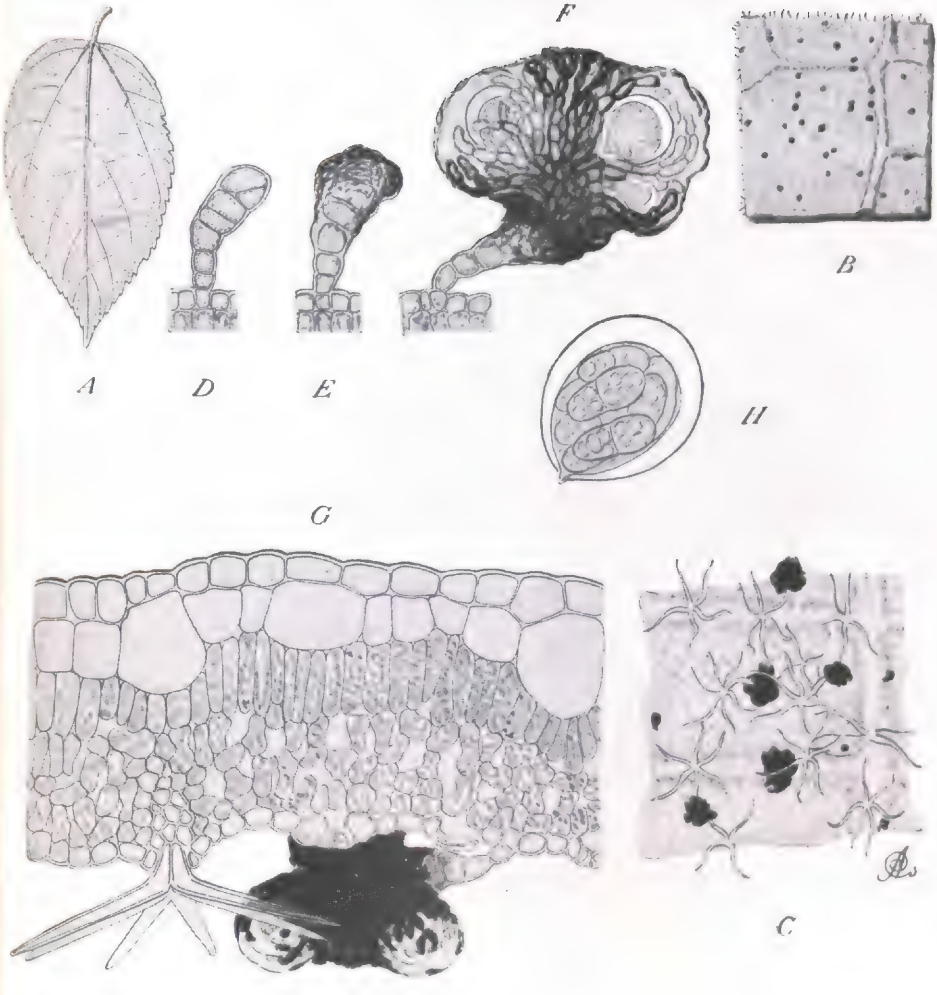
Arnaud del.

Cookella microscopica et ***Helostroma album.***



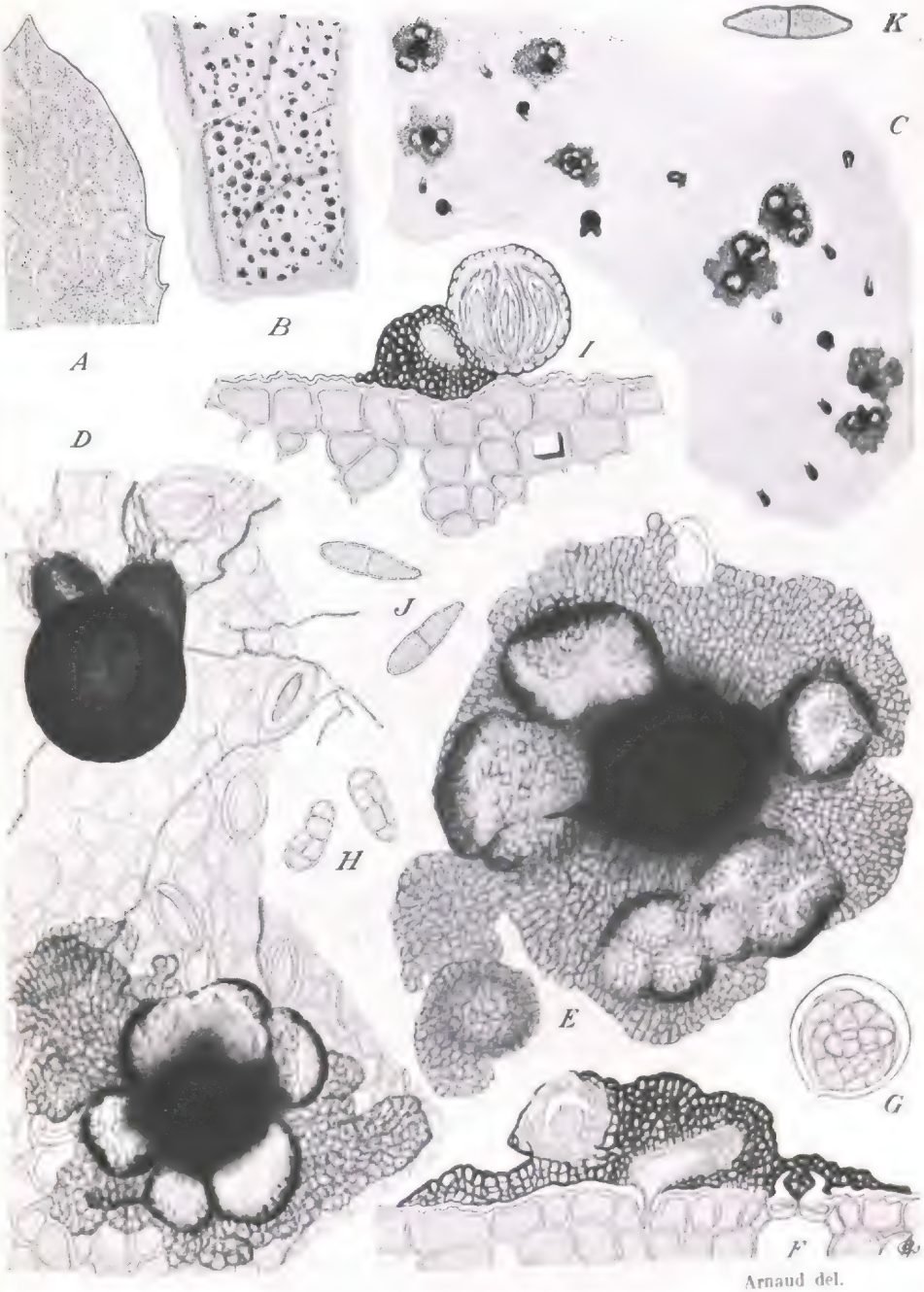
Arnaud del.

Möller iella punctoidea.

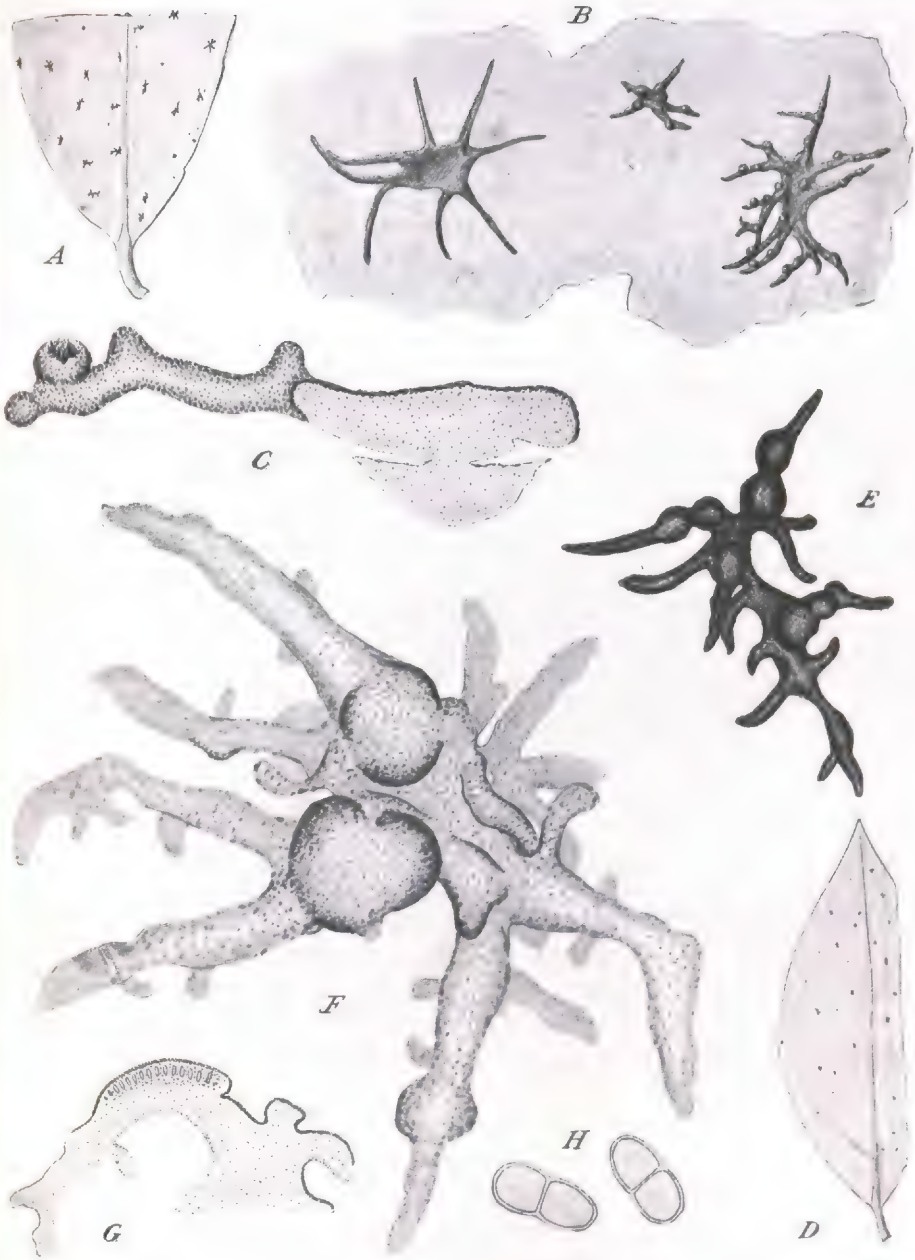


Arnaud del.

Nostocotheca ambigua.

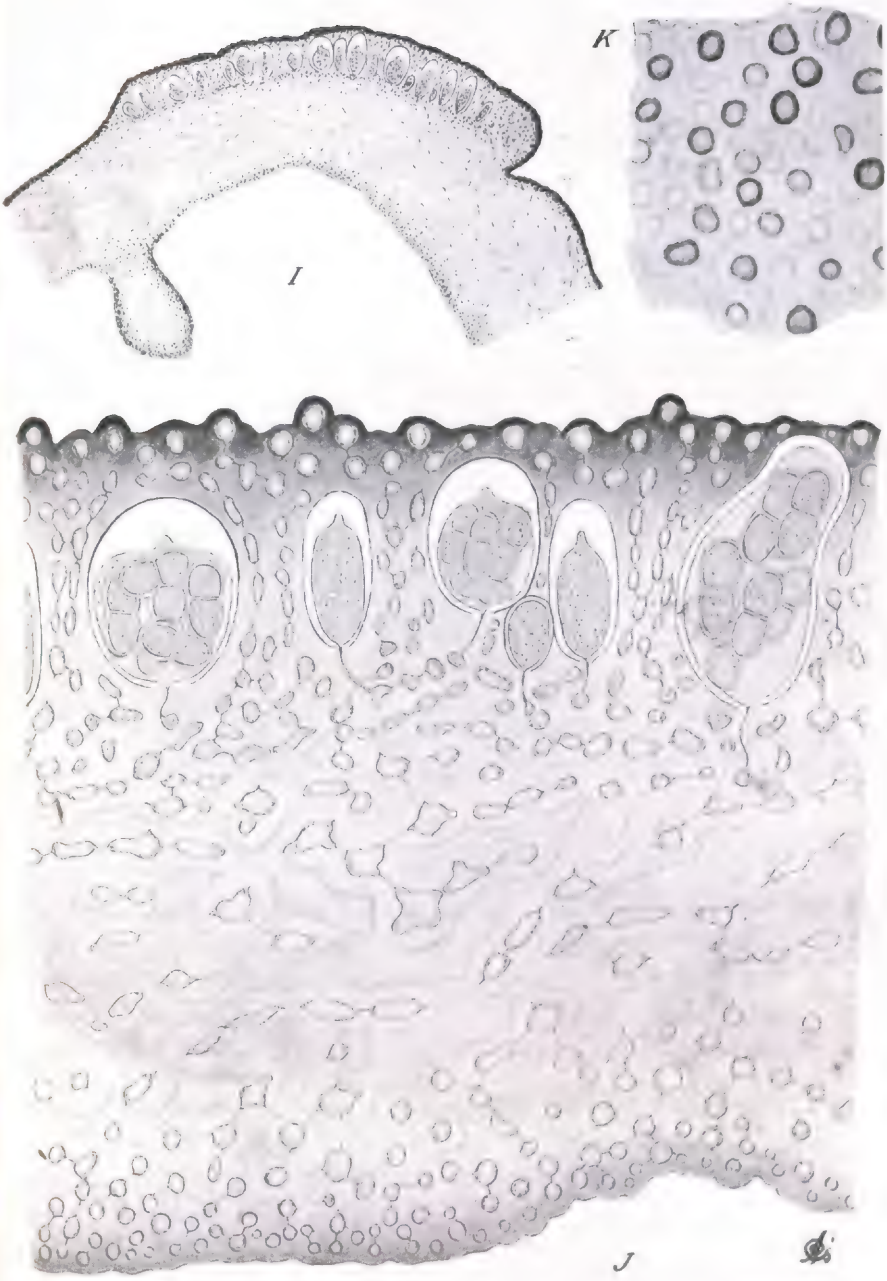


***Saccardinula guaranitica* et *Dimerium Saccardinulæ*.**



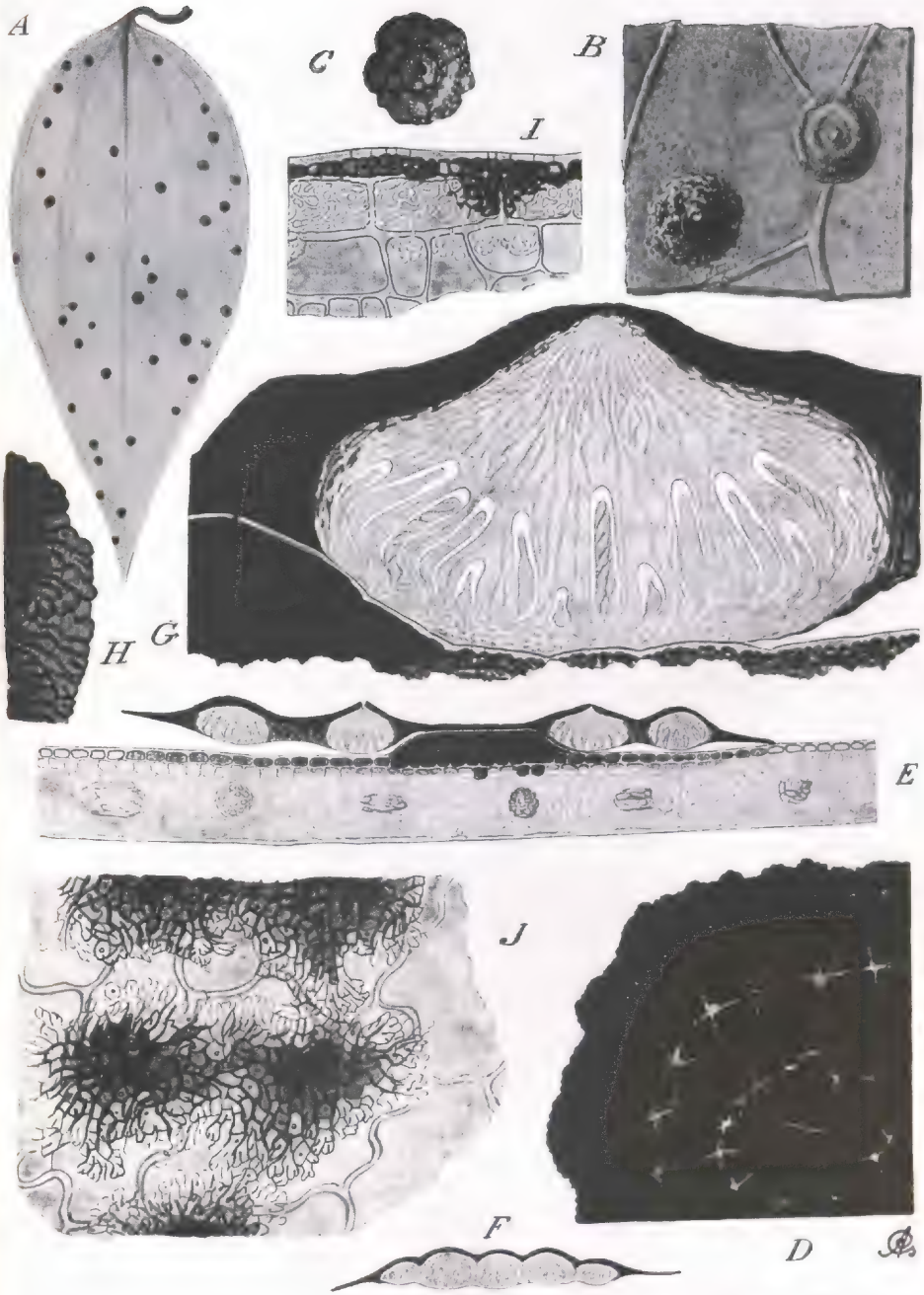
Arnaud del.

Atichia Tonduzi (fig. A à C.) et ***Atichia Millardeti*** (fig. D à H).



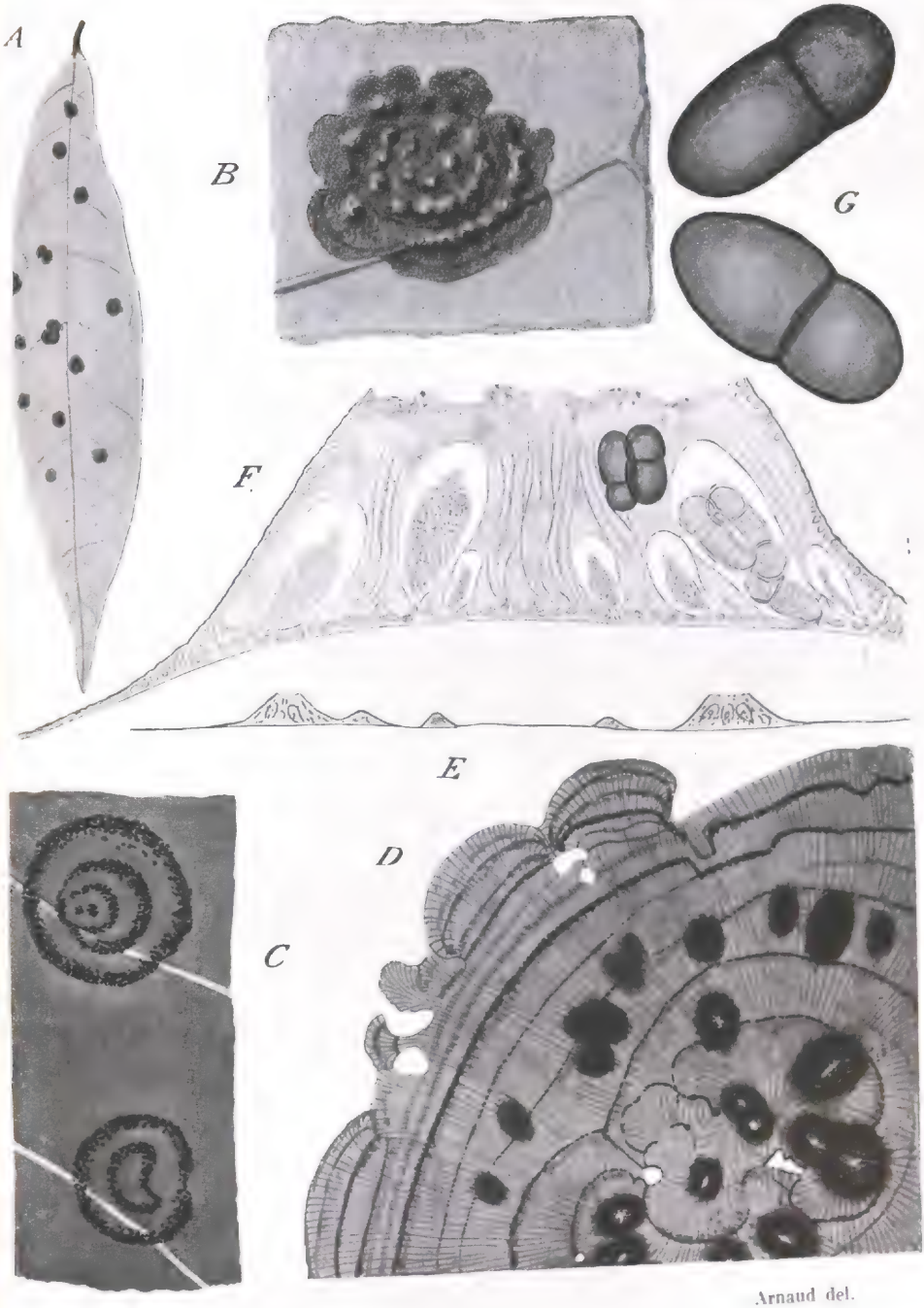
Arnaud del.

***Atichia Millardeti** (suite).*



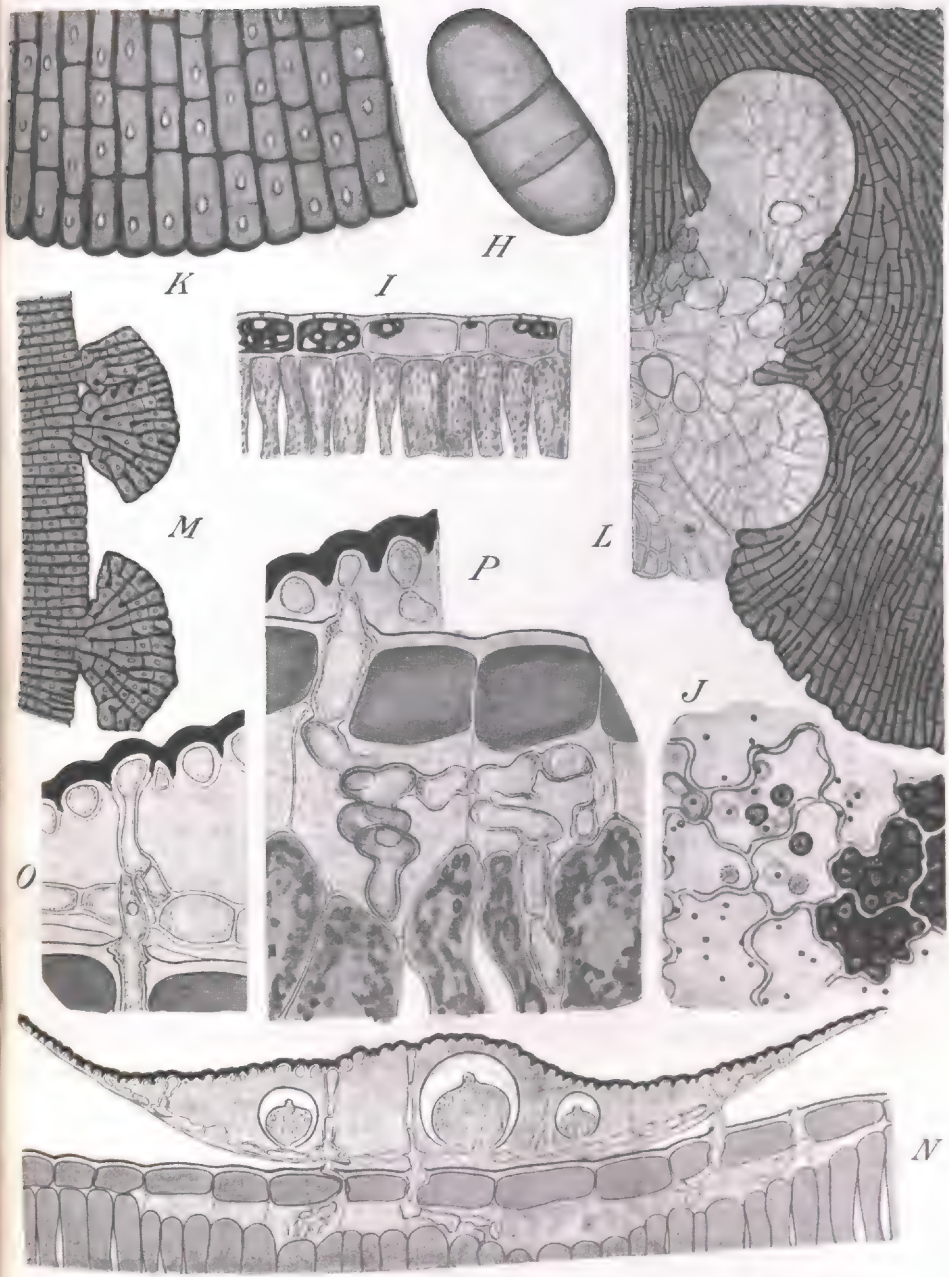
Arnaud del.

Polystomella ? clypeata.



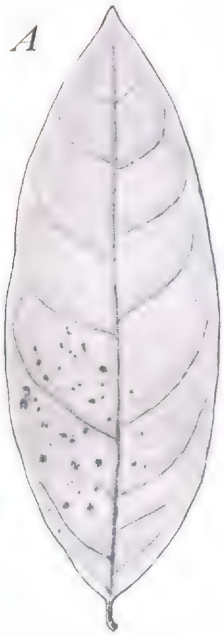
Arnaud del.

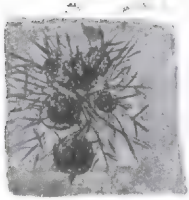
Myriostigma Guatteriæ.

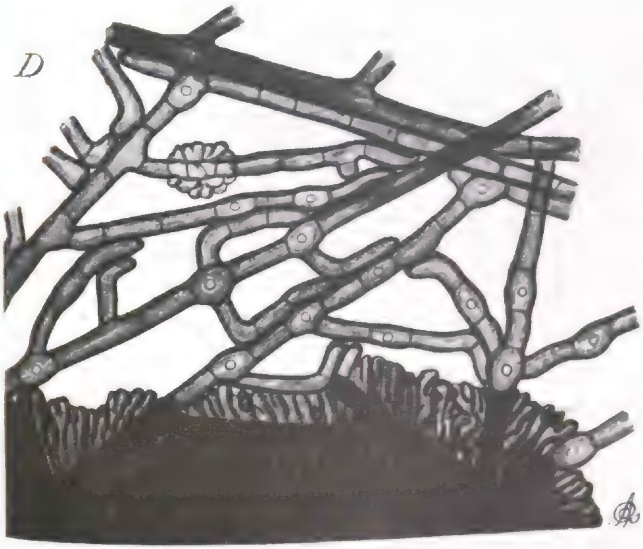


Arnaud del.

Myriostigma Guatterlæ *(suite)* (fig. H à M) et ***Asterolibertia inæqualis*** (fig. N à P).

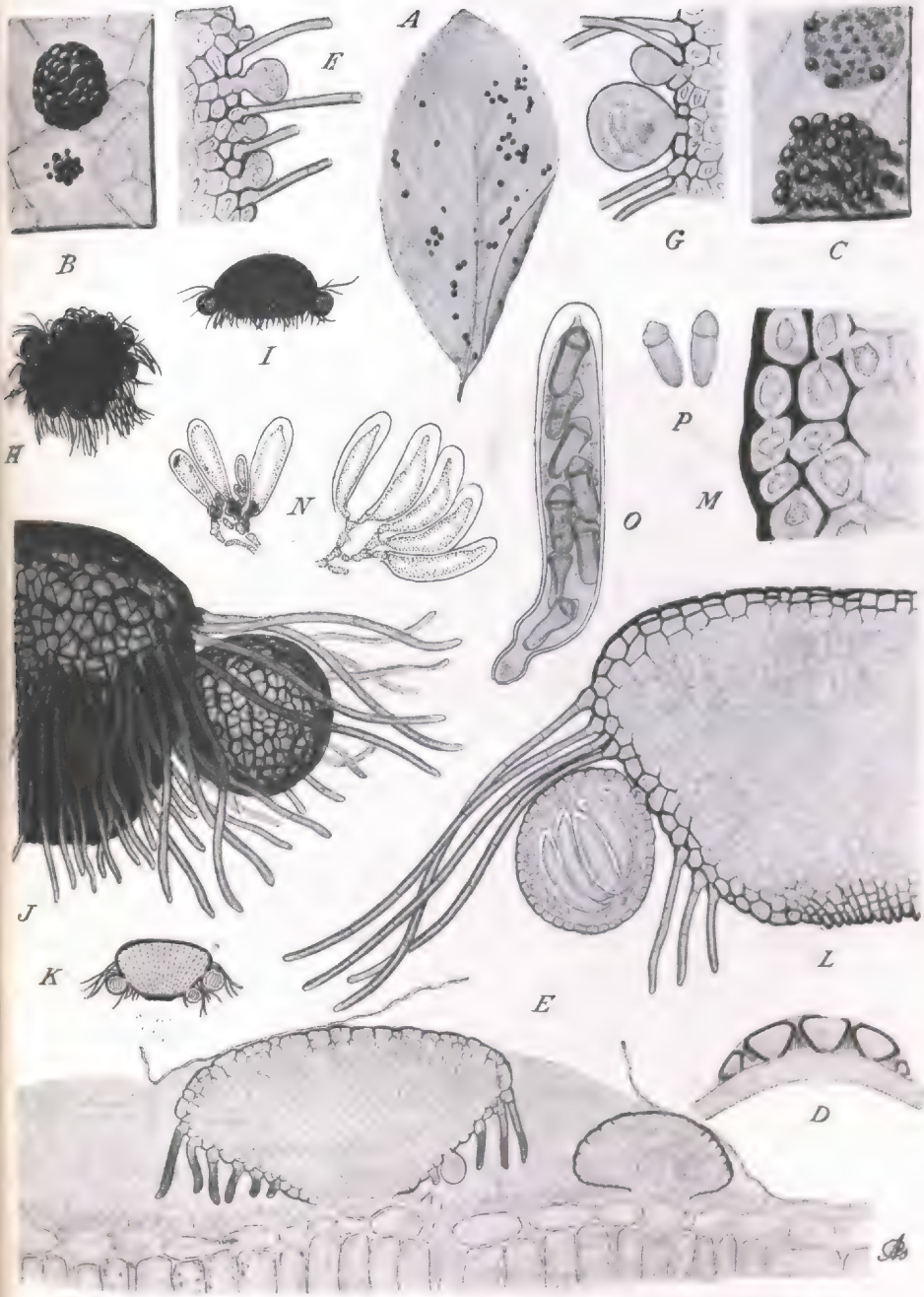






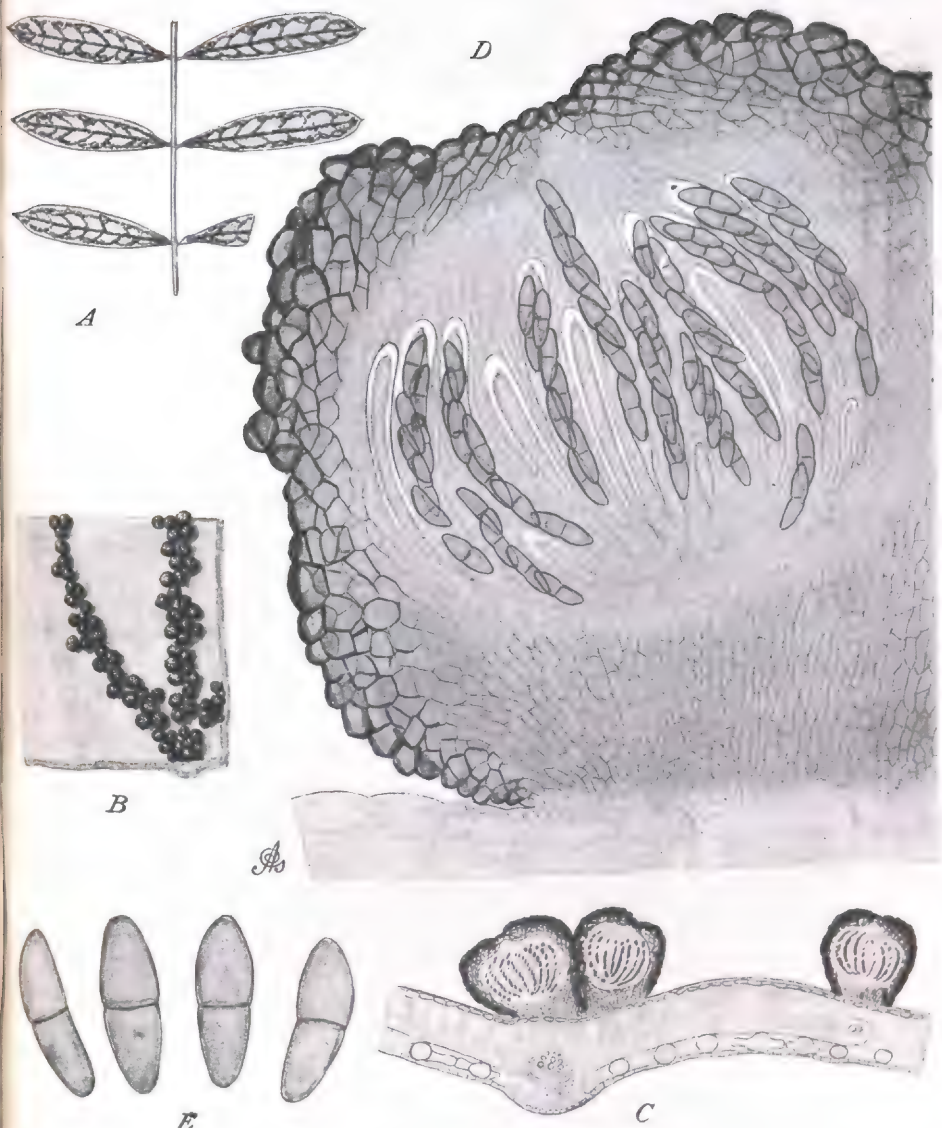
Arnaud del.

Asterolibertia inæqualis *(suite)*.



Arnaud del.

Lasiobotrys Loniceræ.



Arnaud del.

Parodiella grammodes.

LA SYMBIOSE CHEZ LES HÉPATIQUES

LE "PELLIA EPIPHYLLA"
ET SON CHAMPIGNON COMMENSAL

Par J. MAGROU

INTRODUCTION (1)

Dans l'introduction du Mémoire où il expose l'ensemble de ses travaux sur la symbiose [*3*], Noël BERNARD suggère que « l'apparition des plantes vasculaires a été la conséquence d'une haute adaptation de certaines Muscinées à la vie en symbiose avec des Champignons ». Il déduit cette hypothèse à la fois de ses propres constatations sur l'origine cryptogamique du tubercule embryonnaire chez les Orchidées, et des études de Treub relatives à l'embryologie comparée des Lycopodiacées.

On sait que Treub est porté, avec d'autres botanistes, à considérer les Cryptogames vasculaires d'aujourd'hui « comme les descendants de plantes ressemblant, quant à l'essentiel, aux Muscinées actuelles (plus particulièrement aux Hépatiques) » [*21*]. Ceci admis, il se demande comment on doit se représenter les transitions entre les générations correspondantes de ces deux grands embranchements. Laissant de côté les autres aspects du problème, il cherche seulement à imaginer comment la génération asexuée des Cryptogames vasculaires a pu acquérir l'autonomie physiologique qui la caractérise, « alors que, chez les ancêtres supposés de ces plantes, cette génération n'était que morphologiquement autonome, vivant du reste comme parasite sur la génération sexuée ».

(1) Les numéros entre [ ] renvoient à l'*Index bibliographique*.

Il est inadmissible, selon Treub, que la génération asexuée ait attendu jusqu'à la différenciation d'une racine avant de devenir physiologiquement indépendante. Longtemps auparavant, au cours de son évolution, elle aura pris des dimensions telles que la nourriture fournie par la génération sexuée ne lui suffisait plus, si bien qu'elle aura dû aller quérir elle-même dans le sol l'eau et les substances nutritives nécessaires à son développement. Ainsi, avant qu'il y ait eu des racines chez les ancêtres de nos Cryptogames vasculaires actuels, il faut que leur génération sexuée ait donné naissance à une protubérance latérale quelconque, à laquelle revenait, entre autres, le rôle de s'insinuer dans le sol et d'y puiser l'eau et les éléments nutritifs à l'aide de poils absorbants.

Ceci posé, serait-il possible de retrouver actuellement, dans l'ontogénie des Cryptogames vasculaires, des traces de cet organe qui a eu une si grande importance dans leur phylogénie ?

Si un tel organe, qui dans l'évolution des plantes vasculaires, aurait précédé même l'appàrition de la tige feuillée et des racines, existe encore de nos jours, c'est assurément parmi les représentants les plus anciens de l'embranchement des Ptéridophytes, c'est-à-dire chez les Lycopodiacées, que l'on doit s'attendre à le rencontrer. Or Treub l'a précisément observé chez le *Lycopodium cernuum*. Chez cette espèce, l'embryon différencie précocement, avant même qu'apparaissent la tige et les racines, un tubercule embryonnaire ou protocorme, qui se fixe au sol au moyen de nombreux rhizoïdes. Chez le *Phylloglossum Drummondii*, cet organe embryonnaire, qui n'a chez le *L. cernuum* qu'une existence éphémère, persiste jusqu'à l'état adulte.

Or un tubercule embryonnaire ou protocorme, exactement comparable à celui des Lycopodiacées, existe chez les Orchidées. Noël Bernard a démontré que l'apparition et l'évolution du protocorme chez les Orchidées sont des événements dus aux progrès de la symbiose à laquelle ces plantes sont régulièrement soumises, et il ne doute guère qu'il n'en soit de même chez les Lycopodiacées, où le protocorme est constamment et précocement envahi, aussi bien que chez les

Orchidées, par des Champignons endophytes que TREUB a décrits et figurés.

Adoptant l'idée de TREUB, d'après qui le sporophyte annuel des Muscinées a acquis son autonomie en se couchant sur le sol et en s'y fixant par un protocorme, en devenant une plante vivace à tubercules, Noël BERNARD la complète donc en affirmant que l'apparition de ce protocorme, souche ancestrale du sporophyte des plantes vasculaires, est liée à l'envahissement précoce de l'embryon par des Champignons symbiotiques.

S'il en est ainsi, l'évolution qui, à partir de plantes comparables aux Hépatiques à thalle actuelles, a abouti aux Lycopodiacées, a dû être corrélative d'une adaptation de plus en plus étroite à la symbiose. En fait, la symbiose existe chez un grand nombre d'Hépatiques à thalle, Marchantiacées ou Jungermanniacées, mais elle semble n'y être ni constante ni obligatoirement précoce, et, de plus, elle se limite au gamétophyte ; à de rares exceptions près, le sporophyte des Muscinées n'est jamais envahi par les Champignons symbiotiques. Chez les Lycopodiacées au contraire (et aussi chez les Ophioglossées et les Psilotacées), la symbiose est obligatoire et précoce chez le gamétophyte ; jamais la germination asymbiotique des spores n'a pu être observée, et les prothalles hébergent toujours des Champignons dès le début de leur développement ; mais de plus, comme TREUB l'a montré pour le *Lycopodium cernuum*, l'infestation se propage au sporophyte dès les premiers stades de son développement embryonnaire. Ainsi se trouve réalisée la corrélation entre l'évolution et l'adaptation de plus en plus parfaite à la symbiose, que suppose l'hypothèse de Noël BERNARD.

***

Bien que Noël BERNARD lui-même n'accorde qu'une valeur suggestive aux idées largement théoriques qu'il a proposées, on doit leur reconnaître le mérite de transporter dans le domaine expérimental le problème soulevé par TREUB au sujet de l'origine des plantes vasculaires. Pour aborder ce pro-

blème, il suffirait, semble-t-il, d'appliquer aux Lycopodiacées d'une part, aux Hépatiques d'autre part, la méthode expérimentale que Noël Bernard a appliquée avec succès à l'étude des Orchidées.

Malheureusement on se heurte, dans ce genre d'expériences, à un obstacle préliminaire qui réside dans la difficulté, jusqu'ici insurmontable (tout au moins ailleurs que chez les Orchidées et les Éricacées), de l'isolement et de la culture des Champignons endophytes. A défaut d'expériences précises, que seule une telle culture permettra de réaliser, on peut chercher, d'après les faits actuellement connus, si la symbiose est capable d'agir sur le développement des Hépatiques à thalle dans le sens prévu par l'hypothèse que nous considérons. C'est ce que nous allons tenter d'examiner.

Étudiant le *Fegatella conica*, M. Cavers [6] a cherché à élucider expérimentalement le rôle de la symbiose chez cette Marchantiacée. Il a semé comparativement des spores, en nombres approximativement égaux, sur un sol stérilisé par la chaleur, sur de la terre de jardin et sur un humus riche (sol tourbeux). Les conditions d'éclairement et d'humidité étant les mêmes pour les trois lots, il obtint dans le premier lot (terre stérilisée) des thalles peu nombreux et peu développés ; ces thalles imparfaitement différenciés étaient longs et étroits, ne possédaient que des rhizoïdes à paroi lisse et des écailles ventrales petites et vertes. Sur la terre de jardin, les jeunes plantes obtenues furent beaucoup plus nombreuses, et beaucoup d'entre elles étaient formées par des thalles à larges lobes, pourvus de chambres à air bien développées, de rhizoïdes tuberculés et d'écailles munies d'appendices violets ; parmi les plantes de ce lot, les plus grandes et les plus vigoureuses étaient abondamment infestées, tandis que les plus petites étaient dépourvues de Champignons. Enfin, sur le sol tourbeux riche, les plantes obtenues furent plus nombreuses encore et plus vigoureuses que dans le lot précédent et se montrèrent toutes largement envahies par l'endophyte. Il résulte de cette expérience que les spores de *Fegatella* germent en plus grand nombre et donnent des thalles plus vigoureux avec les Champignons que sur un sol stérilisé. Ces résultats

confirment des observations antérieures de M. Beauverie [2], qui le premier a décrit l'endophyte de *Fegatella conica* et a constaté qu'en l'absence du mycélium cette Hépatique n'atteignait que des dimensions relativement faibles.

Chez un autre genre de Marchantiacées (*Lunularia*), la présence d'endophytes avait été signalée incidemment par M. Gallaud [8]. Mlle Ridler [19], qui a récemment consacré une importante étude au *Lunularia cruciata*, a constaté que chez cette Hépatique l'infestation était inconstante. M. Nicolas [14] a fait chez la même espèce une constatation analogue ; mais il a observé en outre que, alors que les thalles stériles, à propagules, de *Lunularia*, n'hébergeaient jamais de Champignons, les thalles mâles étaient au contraire souvent envahis par un mycélium présentant tous les caractères de celui des mycorhizes endotrophes. Il avait cru pouvoir en conclure que la symbiose était nécessaire à la formation des organes sexuels, mais la découverte ultérieure de thalles à anthéridies dépourvus d'endophytes l'a contraint de renoncer à cette hypothèse séduisante. Si la corrélation qui existe chez le *Lunularia* entre la symbiose et le développement des organes sexuels n'a pas la constance que M. Nicolas lui avait tout d'abord attribuée, elle n'en reste pas moins digne de remarque.

Plus suggestives encore, dans l'ordre d'idées qui nous occupe, sont les observations de M. Marcel Denis sur l'*Aneura*, et celles de Mlle Ridler sur le *Pellia epiphylla*.

Les thalles d'*Aneura* sont communément envahis par un endophyte formant des pelotons intracellulaires, qui occupent généralement deux assises superposées de cellules. Chez un *Aneura* sp., M. Marcel Denis [7] a découvert une infestation beaucoup plus marquée ; les pelotons mycéliens occupaient, en effet, plusieurs assises de cellules. Or ces plantes, très largement infestées, présentaient, par rapport au type de végétation habituel des Hépatiques à thalle, des caractères aberrants : les thalles étaient charnus, avaient un aspect coralloïde et ne renfermaient pas de chlorophylle. Ces caractères les rapprochaient, comme le fait observer Marcel Denis, des prothalles

infestés de plusieurs Lycopodes, qui sont de même charnus, coralloïdes et dépourvus de pigment chlorophyllien. On a donc là un exemple frappant de la convergence que prévoit la théorie de Noël BERNARD, entre des gamétophytes d'Hépatiques et de Lycopodes, convergence liée à une adaptation particulièrement étroite de l'Hépatique à la symbiose.

Si, d'après Mlle RIDLER, l'infestation est inconstante chez le *Lunularia cruciata*, il n'en est pas ainsi, selon le même auteur, chez le *Pellia epiphylla*.

Chez des *Pellia* de diverses provenances, Mlle RIDLER [*17*], en effet, a constamment trouvé le gamétophyte envahi par le Champignon symbiotique. Par contre, elle a été longtemps sans trouver de Champignons dans la génération asexuée de cette espèce. Dans les sporophytes d'apparence normale, les hyphes font régulièrement défaut, aussi bien dans le pied que dans la soie et dans la capsule. Mais certains thalles, très largement envahis par l'endophyte, portent des capsules d'aspect anormal, de couleur noir brunâtre, et dont les soies ne s'allongent pas. Dans ces sporogones d'aspect particulier, Mlle RIDLER a constaté la présence d'hyphes très abondantes, provenant souvent de très fins filaments qui envahissent le thalle dans la région où s'implante le sporophyte. De là, ces filaments pénètrent dans le pied, puis dans la soie, où ils deviennent beaucoup plus larges ; ils passent ensuite dans la capsule, se ramifient entre les spores déjà germées et parfois les pénètrent. Dans d'autres cas, le Champignon, au lieu de passer du thalle au sporophyte, envahit directement l'archégone fécondé et se ramifie à travers le sporogone en voie de développement.

La pénétration du Champignon dans le sporogone entraîne l'avortement de ce dernier, d'autant plus prononcé que l'invasion est plus précoce et plus étendue. Si l'infestation se limite au pied et à la soie et respecte la capsule, les jeunes gamétophytes provenant de la segmentation intracapsulaire des spores restent verts et apparemment intacts, mais ils deviennent incapables de germer. Si, au contraire, la capsule est envahie, son développement normal est entravé, ses parois demeurent imparfaitement différenciées, les élatères ne déve-

loppent pas leurs épaississements spiraux, le tissu sporogène ne dépasse pas le stade des cellules-mères ou des tétrades, alors que normalement les spores germent à l'intérieur même de la capsule. Enfin, dans le cas où l'infestation est plus prononcée encore, le développement du sporophyte s'arrête après les premières divisions de l'œuf fécondé. De plus, alors que, dans le gamétophyte, le Champignon se borne à détruire les chloroplastes, mais respecte le cytoplasme, les noyaux et les membranes cellulaires, dans le sporophyte, le contenu des cellules est tué par le mycélium, et les cloisons cellulaires sont totalement ou partiellement détruites.

Ces observations fournissent un exemple remarquable d'un Champignon qui vit normalement en symbiose avec le gamétophyte d'une Hépatique, et qui se montre pathogène pour le sporophyte de la même plante dans les cas, d'ailleurs exceptionnels, où il le pénètre. Si l'on songe que la symbiose n'est qu'un cas particulier de la maladie, caractérisé par un état d'équilibre entre les actions réciproques du parasite et de l'hôte, et qu'elle n'a guère pu prendre naissance, comme l'observe M. Nuttall [*15*], autrement qu'après un stade préliminaire de parasitisme, on a peine à ne pas voir, dans les faits décrits par Mlle Ridler chez le sporogcne du *Pellia*, l'image de ce qu'ont dû être, chez les ancêtres lointains de nos plantes vasculaires, les premières tentatives d'adaptation à la vie commune du sporophyte et des Champignons, tentatives qui devaient aboutir, au cours des âges, à la symbiose obligatoire et parfaitement équilibrée dont Treub a décrit un exemple chez l'embryon du *Lycopodium cernuum*. La chose est d'autant plus vraisemblable que certains des caractères des sporogones de *Pellia* envahis par les endophytes (avortement et difficulté de germination des semences, arrêt ou ralentissement de la différenciation) se retrouvent chez les plantes, telles que les Orchidées, où l'adaptation à la symbiose atteint un haut degré de perfection.

***

Tous ces faits, apparemment disparates, montrent que la

symbiose n'est pas sans exercer une action sur le développement des Hépatiques à thalle ; ils se laissent donc coordonner par l'hypothèse de Noël BERNARD.

Partant de cette hypothèse, je me suis proposé d'étudier l'histoire de la symbiose chez une Jungermanniacée à thalle (*Pellia epiphylla*). J'examinerai successivement, dans ce Mémoire, les trois questions suivantes :

1° Quelle est, dans le gamétophyte adulte du *Pellia*, la répartition de l'endophyte, et par quel mécanisme le sporophyte reste-t-il, en règle générale, préservé de ses atteintes ?

2° A quel stade du développement la symbiose commence-t-elle à s'établir chez les jeunes gamétophytes issus de la germination des spores?

3° Les spores de *Pellia* peuvent-elles germer sans Champignons, et, s'il en est ainsi, quels sont les caractères des gamétophytes asymbiotiques auxquels elles donnent naissance ?

Le thalle du *Pellia* étant vivace, il va sans dire que les observations consignées dans le dernier chapitre de ce travail, qui portent sur de jeunes plantes âgées au plus d'un an, ont un caractère préliminaire, et qu'il y aura lieu de les poursuivre pendant plusieurs années avant d'en tirer des conclusions définitives.

CHAPITRE PREMIER

DISTRIBUTION DU CHAMPIGNON DANS LE THALLE ADULTE DU « PELLIA ».

Travaux de Gallaud et de W. F. F. Ridler. — La distribution du Champignon dans le gamétophyte du *Pellia epiphylla* a été bien étudiée par M. Gallaud [*8*], et, plus récemment, par Mlle Ridler [*17*].

« Dans une même station de *Pellia epiphylla*, écrit M. Gallaud, tous les thalles ne sont pas infestés, et ceux qui le sont le sont inégalement, sans qu'il soit possible, d'ailleurs, d'établir entre eux d'autres différences qu'on puisse nettement attribuer à l'infection.

« Le Champignon, lorsqu'il est bien développé, occupe toutes les cellules du thalle, là où elles s'accumulent pour former la nervure, et s'étend d'un épiderme à l'autre. En revanche, on ne le rencontre jamais dans les parties minces du thalle, là où ce dernier n'est formé que d'une, deux ou trois couches de cellules pourvues de chlorophylle. Il est aussi absent ou très rare dans la portion du thalle où vient s'engainer le pied du pédicelle du sporogone, et ce pédicelle lui-même n'en renferme jamais. Par contre, toutes les cellules de la région infestée, sauf celles des deux épidermes inférieur et supérieur, sont souvent occupées. »

Mlle Ridler constate de même que le Champignon est localisé dans la nervure médiane, dont il occupe seulement, en règle générale, la portion inférieure. De plus, la plante étant vivace, le degré d'infestation du thalle dépendrait principalement de la saison. Dans les jeunes pousses, seuls les rhizoïdes et l'épiderme inférieur renferment des Champignons ; dans les branches plus âgées, les deux ou trois couches de cellules

adjacentes à la surface ventrale, aussi bien que les rhizoïdes, sont infestées, et, dans les branches les plus vieilles, l'infestation s'étend à huit ou neuf assises cellulaires, les deux ou trois couches supérieures, y compris l'épiderme, restant seules indemnes. Dans deux ou trois cas seulement, Mlle Ridler a vu le Champignon envahir toute l'épaisseur de la nervure médiane, à l'exception toutefois de l'épiderme supérieur.

Il résulte de ces constatations que les différentes parties d'un même thalle sont inégalement infestées et que le degré d'infestation, dans une même fronde, semble varier avec l'âge des rameaux. Il convient, si l'on veut retracer l'histoire de la symbiose chez le *Pellia*, d'observer le développement de la plante et de voir comment le Champignon progresse au cours des étapes successives de ce développement.

Observations de Noël Bernard. — C'est de ce point de vue « évolutionniste » que Noël Bernard avait commencé d'envisager, en 1909, le problème de la symbiose chez le *Pellia epiphylla*. Partant des observations, malheureusement trop peu nombreuses, qu'il lui avait été donné de faire sur le sujet, il était parvenu à esquisser à grands traits l'histoire des rapports du Champignon et de l'Hépatique. Je crois intéressant de reproduire ici textuellement, d'après ses cahiers d'expériences, les notes inédites qu'il a laissées sur cette question :

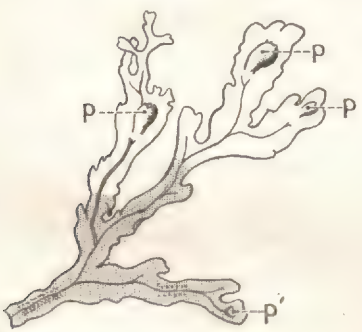


Fig. 1. — Fronde fertile de *Pellia epiphylla*, récoltée en février. La partie vieille, brunie, de la fronde, est ombrée. Le pointillé indique les régions occupées par le Champignon. — *p*, jeunes sporogones à spores déjà bien individualisées; *p'*, trace d'un sporogone de l'année précédente. Grandeur naturelle. (D'après un dessin inédit de Noël Bernard.)

« Sur les berges du petit ruisseau qui longe la route de Maisonneuve à Saint-Benoît (1), les *Pellia* poussent sur la terre nue ; on les trouve en touffes séparées et polymorphes. On distingue (*à la date du 20 février*) deux sortes de frondes :

(1) Localité voisine de Poitiers.

« 1° Des touffes de grandes frondes généralement fertiles (fig. 1). Chaque touffe est isolée des autres; elle comprend un substratum de vieilles frondes plus ou moins décomposées, sur lequel se dressent des frondes jeunes serrées, abondamment ramifiées et formées de segments larges ou étroits. La première impression est qu'on est en présence d'un thalle vivace, dont les vieilles frondes donnent chaque année de nouvelles frondes, chaque touffe provenant d'un pied primitif unique. Cependant la limite des frondes anciennes et nouvelles est obscurément marquée, la teinte brune des vieilles frondes se diluant de plus en plus quand on avance vers les extrémités vertes. Les vieilles frondes sont infestées, depuis l'an dernier sans doute ; les frondes nouvelles ne le sont pas encore à cette époque, même dans leurs parties postérieures déjà brunâtres. Évidemment ces frondes robustes sont résistantes et ne s'infestent que tardivement. Gallaud les a trouvées irrégulièrement infestées au moment de la poussée des sporogones. C'est sans doute à ce moment que l'infestation se fait.

Fig. 2. — *Pellia epiphylla* récolté en février. Jeune fronde grêle d'une touffe entièrement stérile composée de frondes semblables, régulièrement infestées, même dans les parties bien vertes. La partie brunie de la fronde est ombrée. Le pointillé indique les régions occupées par le Champignon. Grandeur naturelle. (D'après un dessin inédit de Noël Bernard.)

« 2° Des touffes de petites frondes, beaucoup plus grêles, jamais fertiles, évidemment moins âgées (fig. 2). Celles-ci sont régulièrement infestées à leur partie postérieure, même dans les régions très vertes ; il s'agit évidemment d'une infestation relativement récente.

« En somme, voici les inductions provisoires :

« Le thalle des *Pellia* est vivace.

« Les spores donnent en germant de petites frondes grêles, qui s'infestent précocement. Sur ces premières frondes naissent chaque année des frondes de plus en plus robustes, peut-être à partir de tubercules ?

« En définitive, au bout de *n* années, il se produit des frondes robustes, résistantes à l'infestation et indemnes de Champignons pendant tout le cours de leur développement,

jusqu'au moment où elles produisent des sporogones. Ces frondes peuvent s'infester ensuite et peut-être se multiplier aussi asexuellement. »

L'examen méthodique de nombreux thalles de *Pellia* prélevés aux divers stades de leur développement m'a permis de vérifier l'exactitude de ces inductions et de préciser quelques points de l'histoire de la symbiose envisagée dans ses rapports avec le développement de la plante.

Cycle évolutif du « Pellia ». — La poussée des sporogones, chez le *Pellia epiphylla*, commence communément en février et se poursuit pendant tout le cours du mois de

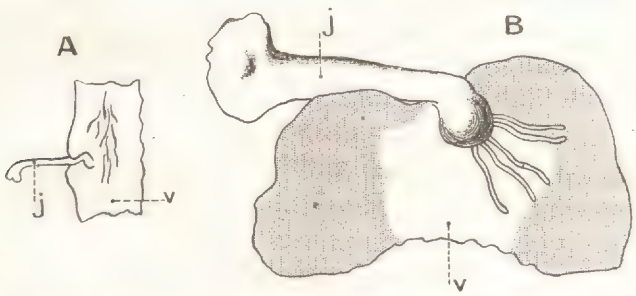


Fig. 3. — Naissance de jeunes frondes à la face ventrale de vieilles frondes à moitié détruites de *Pellia*. — *j*, jeunes frondes vertes ; *v*, vieilles frondes.
A, légèrement grossi. (D'après un dessin inédit de Noël Bernard.)
B, grossi 20 fois. En B, les parties décomposées de la vieille fronde sont ombrées.

mars. Les sporogones poussent sur des frondes vert sombre, supportées par de vieilles frondes brunes. Aussitôt après la déhiscence de la capsule, la soie du sporogone se flétrit et ne tarde pas à disparaître, la trace de son insertion sur le thalle restant décelable, par suite de la persistance de l'involucre. Après la mort des sporophytes, les frondes vertes qui les portaient produisent par bourgeonnement un grand nombre de pousses vert tendre, qui ne tardent pas à recouvrir presque complètement la culture. Les jeunes pousses proviennent, pour la plupart, du développement et de la dichotomie des sommets végétatifs des rameaux qui portaient les sporogones, mais elles peuvent naître aussi sur de vieilles frondes plus ou moins décomposées et se développent en pareil cas aux dépens

de cellules méristématiques situées à la face inférieure du thalle, au voisinage de la nervure (fig. 3).

Les nouvelles pousses ne tendent pas à différencier des anthéridies et des archégones, que l'on observe au mieux sur des échantillons prélevés en avril ou en mai. Les archégones, inclus dans leur involucre, s'insèrent sur une portion épaissie du thalle, formée de cellules gorgées de grains d'amidon. La fécondation et les premières segmentations de l'œuf se produisent sans doute précocement, à un moment que je n'ai pu préciser. Quoi qu'il en soit, dès l'automne, on observe de jeunes sporogones, bien développés, mais encore inclus dans l'involucre, car leur soie, formée de cellules isodiamétriques, reste longtemps très courte. Ces sporogones renferment, dès cette époque, des cellules en voie de division mitotique, et même des spores bien individualisées entre lesquelles se différencient des élatères. A côté des frondes qui portent de jeunes sporogones, on en observe d'autres, dont les archégones n'ont pas été fécondés. Ces archégones non fécondés peuvent rester vivants jusqu'à l'automne, conservant des parois turgescentes, à cellules nucléées ; ultérieurement, ils se flétrissent et dégénèrent ; leurs parois s'affaissent ; l'oosphère et les cellules du canal se nécrosent, se transformant en une masse amorphe fortement surcolorable.

La poussée des sporogones, qui se fait très rapidement, en quelques heures, résulte de l'élongation des cellules de la soie ; elle s'accompagne d'une consommation partielle ou totale des réserves amylacées du réceptacle où s'insère le pied. La déhiscence de la capsule suit de très près l'élongation de la soie ; après quoi le cycle qui vient d'être rapidement décrit recommence.

On peut donc, au printemps, observer simultanément, sur un même tapis de *Pellia*, au moins trois générations de frondes superposées :

1° De vieilles frondes brunes, sur lesquelles on peut retrouver l'emplacement vide des sporogones de l'année précédente ;

2° Des frondes vert sombre, qui viennent de produire leurs sporogones ;

3° Des pousses vert clair, récentes, sur lesquelles apparaissent des anthéridies et des archégones.

Répartition des Champignons dans les diverses parties du gamétophyte.

Large infestation des vieilles frondes. — Une première enquête superficielle m'a montré que, en règle générale, les vieilles frondes, après la déhiscence et la disparition du sporogone qu'elles ont produit, sont largement envahies par le Champignon ; par contre, l'infestation est irrégulière ou faible dans les frondes portant des sporogones en voie de développement, et elle fait généralement défaut chez les jeunes pousses sexuées qui se forment au printemps. Il semble donc que les frondes productrices de sporogones jouissent d'une immunité prolongée vis-à-vis du Champignon. Pourtant, elles finissent tôt ou tard par s'infester, à un moment qu'il restait à préciser.

Pour examiner les choses de façon plus approfondie, j'ai étudié un grand nombre de frondes de *Pellia* prélevées à diverses périodes de l'année. Des coupes en séries longitudinales ont été faites dans la nervure médiane de chacun des rameaux de ces frondes, parallèlement à leur plan de symétrie. Cette méthode permet de déceler les infestations les plus minimes, qui passeraient inaperçues à l'examen de coupes faites à la main (1).

Examinées au moyen de cette technique, les vieilles frondes brunes, qui servent de substratum aux frondes vertes où se forment les sporogones, se sont montrées régulièrement et abondamment infestées. Ces parties vieilles du thalle, en dépit de leur coloration brune, renferment encore des chloroplastes, sauf dans les cellules envahies par le Champignon. Ce dernier occupe plusieurs assises de cellules, dans la partie inférieure de la nervure médiane ; il peut même s'étendre à toute l'épaisseur du thalle, à l'exclusion de l'épiderme supérieur. Il présente tous les organes caractéristiques des Champignons de mycorhizes : gros troncs mycéliens, arbuscules et vésicules ; on y voit aussi des corps de dégénérescence (sporangioles),

(1) Un tableau résumant les observations ainsi faites est donné en appendice (p. 772).

mais la dégénérescence se limite toujours aux arbuscules et respecte les troncs mycéliens volumineux, qui restent vivants et renferment un protoplasma de structure réticulée, souvent semé de noyaux.

Immunité partielle des frondes fertiles. — Dans les frondes vert sombre qui portent des sporogones jeunes en voie de développement, à soie courte, à capsule encore incluse dans l'involucre, l'infestation, comme une première enquête l'avait laissé prévoir, s'est montrée plus irrégulière et moins marquée. Sur cinq rameaux de ce type, examinés au cours de novembre, par la méthode des coupes en série, un seul (fronde 1, rameau A) (1) s'est montré largement envahi par un Champignon bien vivant, présentant des hyphes à protoplasma réticulé, des arbuscules et quelques vésicules. Toutefois, à la partie antérieure, la plus voisine du sporogone, de la plage infestée, le Champignon accusait une dégénérescence manifeste : les troncs mycéliens étaient rétractés, surcolorables, vidés de leur contenu protoplasmique ; de plus, la limite antérieure de la plage infestée ne coïncidait pas avec la limite antérieure de la zone à rhizoïdes, mais restait en arrière. Par conséquent, non seulement le mycélium interne est tué, lorsqu'il approche la région de la fronde où s'implante le pied du sporogone, mais encore les rhizoïdes qui s'insèrent dans cette région sont impropres à la pénétration du mycélium extérieur. Il existe donc, dans le thalle, tout autour du pied, et jusqu'à une distance notable de ce dernier, une sorte de zone de protection où toute végétation est interdite à l'endophyte. On s'explique par là que le réceptacle amylifère où s'insère le sporogone et, à plus forte raison, que le sporogone lui-même ne renferment jamais (à l'exception près signalée par Mlle Ridler) de Champignons endophytes (2).

D'ailleurs, dans les quatre autres rameaux fertiles examinés au cours du développement du sporogone (fronde 1, ra-

(1) Voir le tableau donné en appendice.

(2) Malgré des recherches répétées, je n'ai pu retrouver les faits si intéressants et d'ailleurs exceptionnels de pénétration des Champignons dans le sporophyte rapportés par Mlle Ridler.

meau B; fronde 2, rameau B; fronde 3, rameau B; fronde 5) (1), l'infestation s'est montrée beaucoup plus discrète, parfois même tout à fait insignifiante. De plus, le Champignon, localisé dans les parties de la fronde les plus éloignées du sporogone, était presque complètement dégénéré ; les plages infestées ne renfermaient guère que des troncs mycéliens rétractés, surcolorables, vidés de leur protoplasme, des corps de dégénérescence, et aussi quelques vésicules enkystées. Enfin, çà et là, parmi les formes dégénérées, on pouvait voir quelques filaments mycéliens jeunes, à membrane mince, à protoplasme réticulé, sans arbuscules ; il s'agissait là, évidemment, de tentatives récentes d'invasion, tentatives vraisemblablement vouées à l'insuccès, car ces filaments jeunes manifestaient par endroits une dégénérescence précoce.

Ces observations montrent que les frondes portant des sporogones en voie de développement opposent au Champignon une résistance plus ou moins grande, mais toujours suffisante pour préserver de ses atteintes la région ou s'insère le sporogone et, par conséquent, le sporogone lui-même. Le plus souvent, les tentatives répétées d'envahissement du thalle par le Champignon sont vouées à un échec précoce; le mycélium pénètre quelques cellules de la fronde, mais il est rapidement digéré par ces cellules et ne produit ainsi qu'une infestation restreinte. Pourtant, il peut éventuellement résister à la destruction totale en s'enkystant. Plus rarement, la fronde fertile se laisse largement envahir par l'endophyte, qui y reste vivant et y développe tous les organes caractéristiques des Champignons de mycorhizes. Mais, en pareil cas, dès que les gros troncs mycéliens qui assurent la progression du Champignon s'aventurent au voisinage de la région où s'implante le sporogone, ils dégénèrent brusquement, et la progression de l'endophyte se trouve enrayée.

Frondes a archégones. — L'étude des frondes à archégones va nous révéler des faits de même ordre. Au cours de l'automne, on trouve fréquemment, à côté des frondes portant

(1) Voir le tableau donné en appendice.

de jeunes sporogones, d'autres frondes, faisant souvent partie de la même touffe, qui en sont dépourvues. Dans les coupes longitudinales de ces frondes, il est aisé d'observer l'involucre, qui renferme plusieurs archégones non fécondés. Tantôt ces

Fig. 4. — Coupe sagittale dans une fronde à archégones vivants, montrant la dégénérescence totale du Champignon. Grossi 363 fois.

archégones, comme nous l'avons déjà dit, paraissent formés de cellules vivantes, turgescentes, nucléées, tantôt au contraire, et plus fréquemment, ils sont complètement dégénérés. Or les caractères de l'infestation varient suivant que l'une ou l'autre de ces alternatives est réalisée.

Les frondes portant en automne des archégones encore en bon état peuvent être très largement envahies, jusqu'au voisinage même du réceptacle amylifère, par le Champignon; mais, en pareil cas, ce dernier se montre complètement dégénéré (fronde 4, rameau B) (1). Sauf dans la partie toute postérieure de la fronde, où l'on peut voir quelques arbuscules plus ou moins nets, il n'est représenté que par des filaments rétractés, surcolorables, vides de protoplasme, et par de rares vésicules vidées, réduites à leur paroi. Les sporangioles et les corps de dégénérescence manquent ou sont peu nombreux, ce qui indique une destruction brutale du Champignon, qui a péri avant d'avoir pu développer ses arbuscules (fig. 4).

Au contraire, dans les frondes qui portent des archégones dégénérés, flétris, on observe, en règle générale, une infestation étendue, par un Champignon vivant, ne présentant que peu ou pas de formes de dégénérescence (2). Le Champignon arrive au contact de la zone amylifère où s'insèrent les archégones, l'envahit souvent et peut même la dépasser, progressant jusqu'au voisinage du sommet végétatif situé en avant de l'involucre (fronde 1, rameau C; frondes 7, 8; fronde 13, rameau B) (1).

Ainsi, les archégones vivants, au même titre que les jeunes sporogones, semblent exercer une action inhibitrice sur la croissance de l'endophyte, mais cette action cesse dès que les archégones dégénèrent. Nous allons voir que l'influence inhibitrice des sporogones cesse de même de se manifester après leur dégénérescence, qui suit immédiatement l'élongation de leur soie et la déhiscence de leur capsule.

Progression du Champignon consécutive a la déhiscence de la capsule. — Si, en effet, on examine les frondes fertiles aussitôt ou peu de jours après la déhiscence de la capsule, on constate qu'elles sont largement envahies par un Champignon vivant qui, latéralement, s'étend dans les deux bifurcations de la nervure encadrant la zone d'implantation

(1) Voir le tableau donné en appendice.

(2) Je dois dire qu'exceptionnellement j'ai observé une fronde prélevée en novembre, dépourvue de sporogone et ne portant que des archégones flétris, dans laquelle le Champignon faisait complètement défaut (fronde 3, rameau A).

du pied et, par conséquent, dépasse celui-ci en avant. Sur la ligne médiane, le mycélium atteint la portion épaissie du thalle, plus ou moins riche en amidon, où s'engaine le pied, mais ne la pénètre généralement pas (frondes 9 et 10) (1).

L'infestation se montre plus étendue encore si l'on attend, pour examiner les frondes fertiles, qu'un certain temps se soit écoulé après la déhiscence de la capsule (fin avril ou commencement de mai, par exemple). Le pied du sporogone est alors complètement nécrosé, et le coussinet amylifère où il s'engaine est largement envahi par le Champignon, dont le mycélium vient former des pelotons et des arbuscules intracellulaires au contact même du pied et de la coiffe. Au-dessus de l'insertion du pied, on peut voir parfois la logette qui renferme les vestiges des archégones non fécondés ; la paroi inférieure de cette logette est envahie par de gros filaments pelotonnés, dont les ramifications arrivent au contact des archégones flétris (fronde 8 ; fronde 13, rameau B ; frondes 15 et 16) (1).

Nous avons vu que les vieilles frondes fertiles, que leurs archégones aient été fécondés ou non, bourgeonnent au printemps un grand nombre de jeunes pousses vert tendre, où se différencient précocement des anthé-

(1) Voir le tableau donné en appendice.

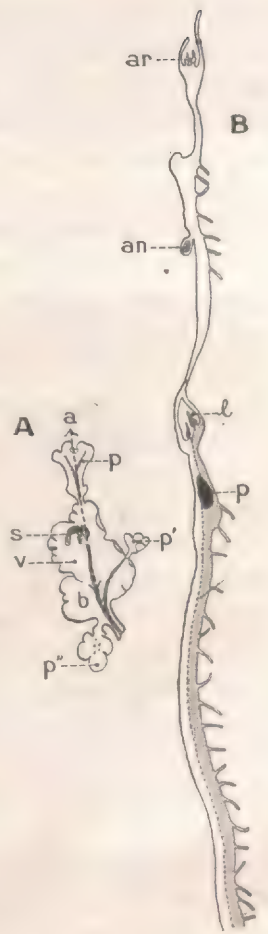


Fig. 5. — A, fronde de *Pellia* en avril : *v*, partie vieille de la fronde, portant en *s* les vestiges nécrosés de la soie du sporogone ; *p*, *p'*, *p"*, jeunes pousses sexuées. Grandeur naturelle.

B, coupe sagittale, suivant *ab*, de la même fronde : *p*, pied nécrosé du sporogone ; *l*, logette renfermant les archégones flétris de l'année précédente ; *an*, anthéridie ; *ar*, archégones en voie de formation. La région occupée par les Champignons est ombrée. Grossi 6 fois et demie.

ridies et des archégones. L'examen de coupes en séries pratiquées dans ces jeunes pousses montre qu'elles ne sont pas infestées, ou qu'elles ne le sont que discrètement, et seulement dans leur partie postérieure, par des filaments portant ou non des ébauches d'arbuscules (fronde 11, rameaux A et B; fronde 13, rameaux A et C) (1). Ces filaments peuvent arriver jusqu'au voisinage des anthéridies, mais toujours la partie antérieure de la pousse, qui porte les archégones, est indemne d'infestation. Si l'on fait des coupes longitudinales intéressant à la fois une vieille fronde à archégones non fécondés et la jeune pousse sexuée qui la prolonge en avant (fig. 5), on peut voir le Champignon progresser jusqu'au contact des vieux archégones flétris, alors qu'il respecte la jeune pousse portant les archégones en voie de développement (fronde 14) (1).

J'ajouterai enfin, pour compléter ce tableau de la répartition de l'endophyte, que les touffes de petites frondes grêles, dépourvues d'organes sexuels, que l'on trouve çà et là dans les stations à côté des touffes de grandes frondes fertiles, sont en général largement infestées, même dans leurs parties bien vertes, dans toute la région de la nervure où s'insèrent les rhizoïdes (fronde 1 *bis*) (1). Cette constatation confirme les observations de Noël Bernard rapportées plus haut.

Morphologie de l'endophyte. — Avant de résumer l'histoire de la symbiose chez le *Pellia*, telle que les documents ci-dessus permettent de la reconstituer, il convient de préciser quelques points relatifs à la morphologie de l'endophyte. J'étudierai successivement les troncs mycéliens principaux, les arbuscules et les sporangioles ou corps de dégénérescence qui en dérivent, et les vésicules.

Les troncs mycéliens principaux sont toujours intracellulaires ; ils ont un calibre irrégulier, pouvant atteindre 4 à 5 μ de large ; ils ne sont pas cloisonnés, ou n'ont que des cloisons rares et irrégulièrement disposées ; ils ont un trajet parfois rectiligne ou légèrement sinueux, mais plus souvent

(1) Voir le tableau donné en appendice.

ils forment dans les cellules des pelotons lâches ; ils présentent de nombreuses bifurcations. Leur membrane est généralement mince ; parfois, pourtant, on observe de gros filaments enkystés. Le protoplasme des hyphes a une structure réticulée ;

Fig. 6. — Un arbuscule dans une cellule du thalle de *Pellia epiphylla*. — *n*, noyau cellulaire. Grossi 695 fois.

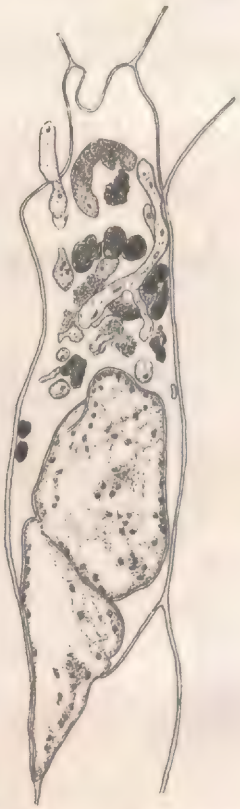


Fig. 7. — Cellule du thalle de *Pellia* renfermant deux vésicules multinucléées, accolées. Grossi 695 fois.

il est semé de nombreux noyaux, de petite taille, mais dont on peut distinguer la membrane nucléaire et le caryosome.

M. Gallaud [8], dans son étude des mycorhizes du *Pellia*, ne fait pas mention de la présence d'arbuscules, bien qu'en vérité il la sous-entende, puisqu'il décrit des sporangioles, qui sont des produits de dégénérescence de ces formations. Mlle Ridler, dans le premier mémoire qu'elle a consacré à

la question [*17*], ne les signale pas davantage, mais, ultérieurement [*18*], elle décrit de « nombreuses ramifications très fines, formant des réseaux qui remplissent les cellules et correspondent probablement aux arbuscules décrits par Noël Bernard chez le *Solanum dulcamara* et par Magrou chez le *Solanum tuberosum*, l'*Orobus tuberosus* et le *Mercurialis perennis* ». Il est hors de doute que des arbuscules caractéristiques existent chez le *Pellia epiphylla* ; il est facile de les y observer avec la plus grande netteté. Ces arbuscules sont constitués, comme à l'ordinaire, par des ramifications de plus en plus nombreuses et ténues du mycélium, qui s'enchevêtrent d'une manière extraordinairement complexe et forment des buissons touffus remplissant la cavité des cellules (fig. 6).

Fig. 8. — Cellule du thalle de *Pellia*, renfermant deux vésicules accolées. Grossi 695 fois.

Les arbuscules ne tardent pas à dégénérer, se transformant d'abord en masses nuageuses ou floconneuses, puis en corps de dégénérescence ou sporangioles, masses à contours irréguliers de dimensions diverses, surcolorables.

Les vésicules sont constituées par des renflements intercalaires ou, plus souvent, terminaux des hyphes. Leur membrane est épaisse ou mince, mais, même dans ce dernier cas, il est généralement possible d'y déceler un double contour. Elles sont assez souvent réniformes ou falciformes. Elles renferment un protoplasme réticulé, plus ou moins dense, semé de nombreux noyaux. On observe parfois, dans une même cellule, deux vésicules étroitement accolées et semblant communiquer par un orifice commun, aspect qui suggère l'idée d'une copulation (fig. 7 et 8) ; en pareil cas, il arrive

que l'une des vésicules accolées soit vide, alors que l'autre a un contenu dense, comme si le protoplasme et les noyaux de l'une s'étaient déversés dans l'autre (fig. 8). Enfin, j'ai observé une fois une vésicule, à parois épaisses, dont le protoplasme était découpé en cellules arrondies, nettement individualisées, et pourvues chacune d'un noyau (fig. 9) ; cette vésicule rappelait les « sporanges » à parois épaisses, remplis de spores ovales, que M. PEYRONEL [*16*] a observés et figurés dans les racines mortes de diverses Graminées envahies par des Champignons de mycorhizes, et qu'il considère comme dérivés des vésicules.

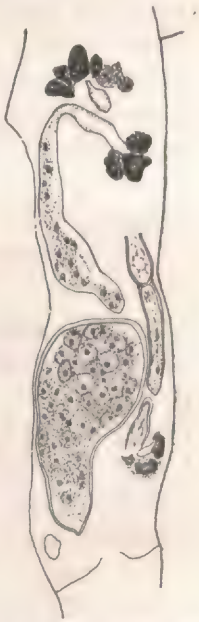


Fig. 9. — Vésicule dont le contenu s'individualise en cellules. Grossi 695 fois.

HISTOIRE DE LA SYMBIOSE CHEZ LE « PELLIA EPIPHYLLA ». — Nous pouvons maintenant, à l'aide des observations qui viennent d'être rapportées, et malgré les lacunes qu'elles présentent, tenter de reconstituer l'histoire des rapports de l'endophyte avec la plante qui l'héberge. Le schéma de cette histoire, tel que Noël BERNARD l'avait donné, va d'ailleurs se trouver confirmé dans ses grandes lignes.

Les spores de *Pellia* donnent en germant de petites frondes stériles qui s'infestent précocement (à un moment de leur évolution qui sera indiqué avec plus de précision dans le chapitre suivant). Ces frondes s'accroissent, puis produisent, par bourgeonnement, de nouvelles frondes stériles, qui s'infestent de même largement. Les choses continuent ainsi pendant un temps indéterminé, mais qu'il sera sans doute aisé de préciser en observant l'évolution de cultures expérimentales issues de spores. Après quoi, les frondes primitivement stériles produisent, au printemps, des frondes fertiles, pourvues d'anthéridies et d'archégones, et sur lesquelles se développent des sporogones qui s'ouvrent à la fin de l'hiver. Ces frondes fertiles offrent au Champignon une résistance plus ou moins

grande, mais toujours plus marquée que celle des frondes stériles. Le plus souvent, elles ne sont envahies que discrètement, et seulement dans leur partie postérieure, la plus éloignée des archégones ou du sporophyte qui en dérive. S'il arrive qu'elles se laissent pénétrer plus largement par l'endophyte, ce dernier, aux approches des archégones ou du sporogone en voie de développement, dégénère brusquement ; sa croissance est dès lors arrêtée, et jamais il ne pénètre dans le réceptacle amylifère qui supporte les archégones ou le sporophyte.

Il en est ainsi tant que le développement du sporophyte n'est pas achevé, ou, si la fécondation n'a pas eu lieu, tant que les archégones restent vivants. Mais, dès que le sporogone dégénère, après la déhiscence de sa capsule, ou dès que les archégones non fécondés se flétrissent, l'action inhibitrice qui s'exerçait sur la croissance du Champignon cesse aussitôt ; le mycélium reprend sa marche en avant, passe dans les parties du thalle situées au delà du réceptacle amylifère et envahit même ce dernier, arrivant au contact du pied nécrosé du sporogone, de la coiffe et des archégones dégénérés. Lorsque de nouvelles pousses se développent au printemps, il est prêt à les envahir, dans la mesure où le développement des archégones qu'elles portent ne s'oppose pas à ses progrès.

Il existe donc une sorte d'antagonisme entre la croissance de l'endophyte et la différenciation des archégones, de l'embryon et du tissu sporifère. Comme l'observe Mlle Ridler, l'Hépatique exerce sur le Champignon un véritable contrôle, qui a pour effet d'empêcher sa transformation en parasite nuisible. Mais il semble que ce contrôle soit de nature un peu différente dans les parties stériles et dans les parties fertiles du gamétophyte. Dans les frondes stériles, la digestion intracellulaire du Champignon (phagocytose) et la formation des arbuscules, qui ralentit sa progression, suffisent à protéger de l'invasion les points végétatifs du thalle. Dans les frondes fertiles, à cette réaction d'immunité s'en ajoute une autre plus énergique, qui a pour résultat d'interdire au mycélium les abords des archégones ou du jeune sporogone. Cette action inhibitrice semble bien avoir pour point de départ l'archégone

lui-même ou le sporogone qui en dérive, et non point le réceptacle amylifère où ils s'insèrent, puisque ce dernier cesse d'opposer la moindre résistance à la pénétration du Champignon dès que les archégones ou le sporogone sont flétris.

Quant au mécanisme de l'action empêchante dont il s'agit, on ne peut risquer à son sujet que des hypothèses. Peut-être le phénomène est-il à rapprocher de l'action inhibitrice que les racines tubérisées des Ophrydées exercent sur les endophytes de ces plantes. On sait que ces tubercules sont constamment indemnes d'infestation, alors que les racines absorbantes des mêmes plantes hébergent régulièrement des Champignons. Noël Bernard a montré expérimentalement que l'immunité des tubercules tenait en pareil cas à l'existence d'une substance fungicide qu'ils sécrètent [*4*, *12*]. On peut imaginer de même qu'une substance fungicide diffuse, à partir des organes sexuels (ou des jeunes sporogones), dans les frondes fertiles de *Pellia*. L'existence, autour de ces organes, d'une zone plus ou moins étendue où le champignon ne pénètre pas, le mode de dégénérescence du mycélium lorsqu'il aborde cette zone interdite (dégénérescence qui rappelle celle que Noël Bernard a décrite chez les *Rhizoctonia* exposés à l'action fungicide des tubercules), plaideraient en faveur de cette manière de voir. Il va sans dire qu'une telle hypothèse ne pourra être contrôlée que le jour où l'on saura élever en culture pure l'endophyte du *Pellia*.

CHAPITRE II

L'ORIGINE DE LA SYMBIOSE

Semis en terre infestée. — Pour compléter l'histoire esquissée dans le chapitre précédent, il restait à déterminer à quel stade de leur évolution les jeunes gamétophytes provenant de la germination des spores sont envahis par l'endophyte. Il fallait, pour cela, semer les spores en présence du Champignon. N'ayant pas réussi jusqu'ici à cultiver ce dernier isolément, j'ai fait des semis de spores sur la terre où croissent naturellement les *Pellia* infestés. Cette terre, débarrassée autant que possible des débris de thalles adultes qu'elle renferme, est répartie au laboratoire dans des cristallisoirs découverts. Les sporogones sont secoués au-dessus de ces gâteaux de terre infestée au fur et à mesure de leur déhiscence. Les cultures sont maintenues humides par de fréquents arrosages à l'eau distillée.

Une première série de semis a été faite dans ces conditions au cours de la seconde quinzaine de mars 1923. Les spores ont germé en grand nombre au bout de quinze jours environ. Ces semences, très riches en chlorophylle et pluricellulaires, ne sont pas à proprement parler des spores, mais de jeunes gamétophytes. Les premières segmentations des spores proprement dites, unicellulaires, ont lieu, en effet, à l'intérieur de la capsule, bien avant sa déhiscence.

Les premiers phénomènes du développement sont sensiblement les mêmes dans ces cultures en terre infestée et dans les cultures aseptiques qui feront l'objet du chapitre suivant. Je les décrirai donc à propos de ces dernières, où ils sont plus faciles à observer.

De jeunes gamétophytes issus des germinations ont été prélevés, pour la première fois, deux mois et quelques jours après le semis. Ces jeunes thalles atteignaient alors une longueur moyenne de 2 millimètres (dimensions extrêmes $1^{mm},6$ et $2^{mm},4$). Ils comprenaient un segment postérieur cylindrique, brunâtre, sur lequel s'inséraient de nombreux rhizoïdes, et un segment antérieur aplati, beaucoup plus long, triangulaire à base antérieure, intensément coloré en vert ; cette lame verte présentait un épaississement médian ou nervure, situé dans le prolongement du segment postérieur cylindrique, et donnant naissance à sa face inférieure à des rhizoïdes. La base antérieure du thalle présentait une ou deux incisures, au fond desquelles on pouvait voir les cellules méristématiques (fig. 10, et fig. 15, p. 765, dessins 1 à 6).

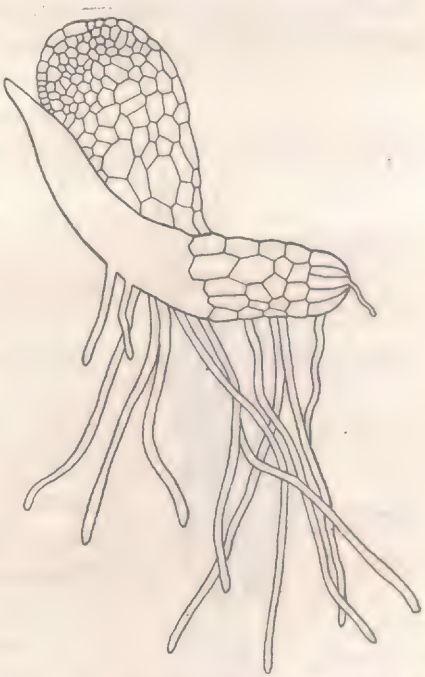


Fig. 10. — Gamétophyte de *Pellia epiphylla* âgé d'un mois et quelques jours, provenant d'une spore semée sur terre infestée. Grossi 72 fois.

Infestation des jeunes gamétophytes. — Des coupes longitudinales totales, en série, ont été faites, parallèlement au plan de symétrie, dans chacun des douze jeunes gamétophytes récoltés. Tous, à une exception près, se sont montrés infestés. Le Champignon occupe le segment postérieur, cylindrique, du jeune thalle ; il y pénètre par les poils absorbants, qui s'insèrent en grand nombre dans cette région, et à l'intérieur desquels on voit souvent des fragments de mycélium. Le Champignon, toujours intracellulaire, est le plus souvent

à l'état de gros troncs mycéliens de calibre irrégulier, à membrane mince, à protoplasma réticulé. Ces filaments sont rectilignes ou sinueux, ou, plus souvent, forment dans les cellules des pelotons lâches. Les hyphes principales donnent naissance à des filaments plus grêles, abondamment ramifiés, qui constituent des ébauches d'arbuscules.

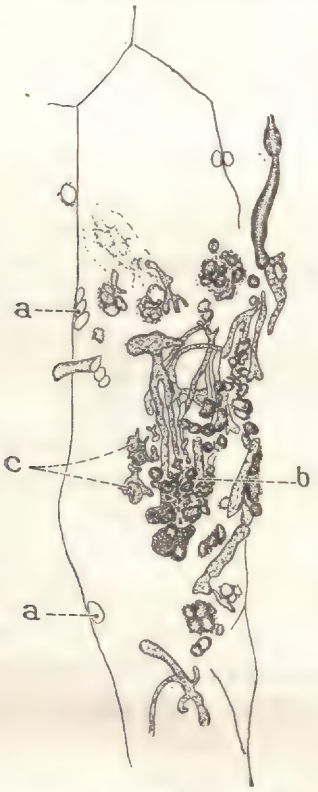


Fig. 11. — Digestion des chloroplastes dans une cellule infestée d'un jeune gamétophyte de *Pellia*. — *a*, chloroplastes normaux ; *b*, chloroplastes en voie de dégénérescence, surcolorés et agglutinés autour du Champignon. En *c*, les rameaux de l'arbuscule forment des griffes enserrant les chloroplastes. Grossi 695 fois.

Destruction des chloroplastes. — Les jeunes thalles issus de spores sont très riches en chloroplastes. Dans les cellules envahies par le Champignon, ces chloroplastes dégénèrent ; le premier stade de leur dégénérescence est marqué par une affinité plus grande des plastes pour les colorants. De plus, alors que, dans les régions non infestées, les chloroplastes se localisent plus volontiers à la périphérie des cellules, dans les cellules envahies, ils s'agglutinent autour du mycélium, se déforment et arrivent à constituer des masses irrégulières qui, ultérieurement, peuvent s'émietter en fines granulations (fig. 11). Il y a donc, dans les cellules infestées, une véritable digestion des corps chlorophylliens par le Champignon.

De nouvelles plantes ont été prélevées, cinq semaines après les précédentes, dans le même semis. Au cours de cet espace de temps, les dimensions des jeunes thalles se sont notablement accrues (dimension : 3mm,5). Ils se présentent sous l'aspect de lames vertes, triangulaires, à sommet postérieur ; la nervure médiane, souvent bifurquée à sa partie antérieure, est large et

très apparente, en raison de sa coloration brune, qui tranche sur la couleur verte des parties latérales minces du thalle (fig. 15, p. 765, dessins 7 et 8). L'examen des coupes en série a montré ici une infestation très étendue, ne se limitant pas, comme précédemment, à la partie toute postérieure de la plante, mais progressant en avant, le long de la nervure médiane, jusqu'au voisinage du sommet végétatif, sans jamais atteindre, toutefois, le méristème terminal. Le Champignon occupe presque toute l'épaisseur de la nervure ; il la parcourt dans toute son étendue, sous forme de gros filaments à protoplasma réticulé et à noyaux souvent bien visibles, à trajet sinueux, ou formant des pelotons intracellulaires lâches. Les arbuscules bien différenciés ne sont pas rares. La destruction des chloroplastes dans les cellules infestées est intense ; elle rend compte de la coloration brune de la nervure.

Passage a l'état vivace. — De nouveaux prélèvements ont été faits parmi ces jeunes gamétophytes de *Pellia* au cours de l'automne, environ sept mois après le semis. A ce moment, la culture paraissait moribonde ; la plupart des jeunes thalles avaient perdu leur couleur verte. Examinés à la loupe, ils montraient une épaisse nervure médiane brune, bordée de part et d'autre par une lame en grande partie décolorée, n'offrant que çà et là des plages vert pâle. Mais, soit du sommet ou des bords de ces thalles en voie de dégérescence, soit, plus souvent, de leur face inférieure, et de préférence au niveau de la nervure médiane, naissaient de petites pousses intensément colorées en vert (fig. 15, p. 765, dessins 9 à 11). L'examen de coupes en séries montra que, en outre de ces jeunes pousses déjà bien développées, il existait, au milieu des tissus dégénérés de ces thalles, de nombreux points végétatifs, invisibles à l'œil nu. Ainsi la mort des gamétophytes n'était qu'apparente ; la dégénérescence avait respecté des zones méristématiques en activité, capables de donner naissance à une nouvelle génération de frondes. Par là s'établit l'état vivace chez le gamétophyte du *Pellia*.

De telles frondes se sont montrées largement infestées dans

leur parties vieilles par un Champignon occupant toute l'étendue de la nervure médiane, et constitué par des hyphes principales, des arbuscules et des sporangioles. Ce Champignon est en général dégénéré ; les arbuscules sont transformés en masses floconneuses ou granuleuses ; les gros troncs mycéliens sont le plus souvent vacuolaires ou vidés de leur contenu protoplasmique. Il semble que l'endophyte périsse d'inanition dans des cellules mortes ou moribondes d'où il ne peut plus tirer sa subsistance. Toutefois il résiste partiellement en s'enkystant ; les vésicules à parois épaisses sont, en effet, nombreuses en pareil cas. Les tissus en voie de décomposition de l'Hépatique sont en outre envahis par divers organismes étrangers : bactéries, Champignons à filaments cloisonnés, formés d'articles courts et renflés et donnant des sclérotes, tels qu'on en voit souvent dans les mycorhizes à côté de l'endophyte authentique. J'ai vu une fois, partiellement incluse dans le tissu du thalle, une pycnide globuleuse, constituée par une coque de faux tissu s'ouvrant au sommet par un pore et renfermant de nombreuses spores allongées. Cette pycnide ressemble fort aux fructifications fungiques observées par Mlle Ridler [*17*], dans les tissus de la coiffe et du sporophyte du *Pellia*. En l'absence de connections l'unissant à l'endophyte, je ne puis dire si elle appartient à ce dernier ou à un Champignon étranger.

Les jeunes pousses qui naissent sur ces thalles décolorés sont formées de cellules gorgées de chloroplastes. Leur infestation s'est montrée inconstante. Certaines d'entre elles sont envahies par de gros filaments mycéliens à protoplasma réticulé, de calibre irrégulier, qui s'insinuent entre les chloroplastes. Ces derniers, dans les cellules infestées, s'agglutinent autour des hyphes et dégénèrent, si bien que l'on peut reconnaître à première vue, à un faible grossissement, les cellules envahies, grâce à l'agglutination des chloroplastes qu'elles renferment.

En résumé, la symbiose s'établit chez le *Pellia* à un stade précoce de l'évolution du gamétophyte, puisqu'on l'observe de façon à peu près constante chez de petits thalles issus de la germination des spores et âgés de quelques semaines. Le

Champignon pénètre par les poils absorbants ; il envahit d'abord le pôle postérieur de la plante, puis se propage dans toute l'étendue de la nervure. A l'automne, en raison de la destruction de leurs chloroplastes, les jeunes plantes se décolorent ; leur développement s'arrête, et elles dégénèrent partiellement. Cet arrêt du développement n'est que temporaire, car les jeunes thalles infestés acquièrent l'état vivace grâce à la persistance de zones méristématiques capables de donner une nouvelle poussée de frondes. Les nouvelles frondes qui se développent ainsi peuvent s'infester de façon très précoce.

En somme, l'infestation des jeunes gamétophytes de *Pellia* et la destruction des chloroplastes qui en est la conséquence provoquent une crise grave dans le développement des semis. Les observations de M. Marcel Denis sur l'*Aneura* [7], rapportées dans l'introduction de ce mémoire, suggèrent que l'invasion des thalles par des Champignons de virulence accrue peut s'accompagner de la disparition complète de la chlorophylle et entraîner l'adaptation de la plante au régime saprophyte. Le même processus, dont les faits observés chez le *Pellia* nous montrent en quelque sorte l'amorce, s'est reproduit, à d'autres degrés de l'échelle végétale, chez les prothalles de certains Lycopodes et chez les Orchidées saprophytes.

CHAPITRE III

CULTURES PURES DE « PELLIA EPIPHYLLA »

Pour apprécier sans cause d'erreur le rôle de la symbiose dans le développement du *Pellia epiphylla*, il conviendrait de cultiver isolément, en milieu artificiel, d'une part l'Hépatique, et d'autre part le Champignon, et de réaliser ensuite la synthèse mycorhizienne, en associant, toujours sur le même milieu nutritif, la plante verte et le mycélium. Des trois articles de ce programme, je n'ai pu jusqu'ici réaliser que le premier, n'ayant pas réussi à cultiver à part le Champignon endophyte.

Travaux antérieurs. — La culture aseptique du *Pellia* est d'ailleurs malaisée à réussir et exige des conditions physico-chimiques assez strictes. M. Killian l'a tentée en vain, alors qu'il a réussi à obtenir en culture pure le développement de plusieurs Jungermanniacées à feuilles [*10*]. Il emploie à cet effet la solution minérale de M. Marchal, préconisée par M. Servettaz [*20*] pour la culture aseptique des Mousses, à laquelle il incorpore ou non de minimes doses de substances organiques (glucose, peptone, asparagine, matières humiques). Certaines des espèces lignicoles étudiées (*Novellia curvifolia*, *Lophocolea bidentata*) ont produit des sporogones après deux ans de culture en milieu mixte, minéral et organique. M. Killian est porté à attribuer l'insuccès des semis de *Pellia epiphylla* sur ce milieu nutritif à l'élimination du Champignon symbiotique, régulièrement associé à cette espèce ; il se propose d'élucider la question par des recherches ultérieures.

Dans son premier mémoire relatif au *Pellia*, Mlle Ridler déclare de même n'avoir obtenu, après avoir semé des spores en milieu aseptique, que des débuts de développement insi-

gnifiants. Elle a mieux réussi, par la suite, en employant la solution de KNOP modifiée par SERVETTAZ [*20*]. Les cultures étaient faites en boîtes de Petri stériles, au fond desquelles étaient disposées plusieurs rondelles de papier-filtre imbibées du liquide nutritif. La capsule, après immersion rapide dans le sublimé à 1 p. 100 et lavage à l'eau stérilisée, était ouverte avec une aiguille stérilisée, puis portée dans une boîte de Petri, où son contenu était étalé à la surface du papier-filtre ; la culture était maintenue humide par arrosages périodiques avec la solution nutritive. Dans ces conditions, le développement des jeunes gamétophytes a commencé aussitôt et s'est poursuivi normalement ; les thalles obtenus, de dimensions un peu réduites par suite du surpeuplement, étaient, par ailleurs, tout à fait sains.

ÉCHEC DES SEMIS EN MILIEU NEUTRE. — Une première série de semis, exécutés du 15 au 24 mars 1922, m'a donné les résultats les plus médiocres. Le milieu de culture employé, modification d'une des solutions nutritives recommandées par M. SERVETTAZ pour la culture des Mousses, avait la composition suivante :

Azotate de calcium	1 gramme
Chlorure de potassium	$0^{gr},5$
Sulfate de magnésium	$0^{gr},5$
Phosphate monopotassique	$0^{gr},5$
Tartrate ferrico-potassique	$0^{gr},01$
Eau distillée	1 litre.

La solution était rendue solide par adjonction de 15 grammes pour 1 000 de gélose. Elle était rigoureusement neutralisée ($p_H = 7$) par adjonction de potasse ; M. SERVETTAZ considère en effet la neutralité des milieux comme une condition essentielle de succès dans les cultures aseptiques de Mousses. La gelée nutritive était répartie dans des tubes, et les spores, ou plutôt les jeunes gamétophytes extraits des capsules mûres, étaient semés à sa surface.

Les premières germinations ont apparu environ trois semaines après l'ensemencement ; quelques-unes sur la paroi

humide du verre, les autres sur la gélose, ou dans l'eau de condensation rassemblée à la partie inférieure du tube ; les jeunes plantes avaient une forme beaucoup plus allongée dans le premier cas que dans le second. Les spores ont germé dans un assez grand nombre de tubes ; par la suite, quelques cultures ont été envahies par des Champignons ou des Bactéries ; d'autres sont restées pures, mais partout le développement est demeuré insignifiant, les jeunes thalles n'atteignant que des dimensions infimes.

Ces cultures misérables n'ont pas tardé à dépérir ; les germinations se sont décolorées, et tout développement s'est arrêté. si bien que, deux mois après l'ensemencement, il ne restait pas une seule plante vivante dans les trente-quatre tubes ensemencés.

D'autres semis ont été faits sur la terre où croissent les *Pellia*, stérilisée par la chaleur ou par le formol. Ou bien les spores n'ont pas germé du tout, ou bien les cultures ont péri après une ébauche insignifiante de développement.

Importance de la concentration en ions H. — En présence de ces résultats, nous nous sommes demandé, avec M. Albert Berthelot [*13*], si la réaction du milieu de culture ne jouait pas un rôle dans le développement de la plante. La concentration en ions H du sol où croissaient nos *Pellia* a été mesurée à l'aide de l'électrode à hydrogène et du potentiomètre à cadran décrit par M. Berthelot [*5*]. Ces mesures ont montré que l'acidité de ce sol était considérable (p_H = 4,85) (1).

Partant de là, nous avons préparé un nouveau milieu de culture dont le p_H a été ramené à la valeur de 4,85. Nous avons employé la formule suivante, que j'avais essayée antérieurement avec succès pour la culture de diverses plantes [*11*] :

(1) Les *Pellia* utilisés pour ces recherches ont été récoltés sur les berges d'un petit ruisseau, dans les bois de Chaville. Les mesures électrométriques du sol ont été effectuées, dans le laboratoire de M. Berthelot, par Mlle Amoureux, que je remercie de son obligeant concours.

Jeantet, phot.

Fig. 12. — Cultures pures de *Pellia epiphylla*, sur gélose nutritive, photographiées trois mois après l'ensemencement. Légèrement réduit.

$SO^4Mg, 7\,H^2O$	$0^{gr},5$
$SO^4Na^2, 10\,H^2O$	$0^{gr},5$
NO^3K	$0^{gr},5$
Tartrate neutre de potassium	$0^{gr},5$
PO^4KH^2	$0^{gr},5$
$CaCl^2, 6H^2O$	$0^{gr},5$
Citrate de fer ammoniacal	$0^{gr},01$
Eau distillée	1 litre

Cette solution étant plus acide qu'il ne convient, par suite de la présence du phosphate monopotassique, nous avons dû ramener au p_H voulu (4,85), à l'aide d'une solution de potasse à 1 p. 1 000.

La solution a été rendue solide par adjonction de 15 grammes pour 1 000 de gélose lavée et répartie dans des tubes en verre « pyrex » (1). Les spores étaient semées à la surface de cette gelée, inclinée par rapport à l'axe du tube. Pour récolter et semer les spores avec le minimum de chances de contamination nous avons procédé de la façon suivante : tout sporogone, dès qu'il apparaissait, à la suite de la rupture de la coiffe, à la surface du tapis de *Pellia* conservé au laboratoire, était recouvert d'un capuchon de verre stérilisé. L'élongation de la soie ne tardait pas à se produire à l'intérieur du capuchon, suivie de près par la déhiscence de la capsule. Dès l'ouverture de cette dernière, le sporogone était cueilli avec une pince flambée et secoué dans une boîte de Petri stérilisée. Les spores étaient délayées aussitôt dans une goutte d'eau de condensation, puisée au fond du tube à ensemencer, et semées à l'aide d'une pipette, à la surface de la gélose. Les tubes ont été conservés au laboratoire, face à une fenêtre exposée à l'est ; ils étaient protégés, le matin, contre la lumière solaire directe, au moyen d'un écran de toile.

Dans presque tous les tubes ensemencés, au nombre d'une soixantaine, les spores ont germé en grand nombre, donnant des plantes qui se sont développées rapidement ; les jeunes thalles, ordinairement dressés et souvent bifurqués, formaient, quatre mois après le semis, des gazons touffus, de 6 à 12 millimètres de hauteur moyenne (fig. 12). Un an après le semis, les

(1) La technique de la préparation de ce milieu de culture est donnée en appendice (p. 770).

cultures étaient encore en pleine prospérité, et les thalles n'avaient pas cessé de s'accroître ; les plus développés d'entre eux atteignaient 4 centimètres de long. Des coupes en séries pratiquées dans plusieurs de ces thalles ont montré que le Champignon en était totalement absent.

Quelques-uns des tubes (25 p. 100 environ) ont été envahis accidentellement par des Bactéries ou des Champignons ; la méthode adoptée pour le prélèvement des spores n'offre pas, en effet, une sécurité absolue, mais les contaminations avaient été plutôt plus fréquentes dans une série antérieure de semis effectués après désinfection des capsules par l'eau oxygénée.

Le substratum gélosé employé paraît mieux convenir que tout autre à la culture artificielle du *Pellia* ; au printemps de 1923, des semis avaient été faits sur des plaques de coton hydrophile plongeant, par leur partie inférieure, dans la même solution nutritive, toujours ramenée au $p_H = 4{,}85$. Les spores ont germé aussi bien que sur gélose, mais les thalles produits étaient beaucoup moins vigoureux ; ils n'ont pas tardé à dépérir et, au bout de quatre à cinq mois, toutes les cultures étaient mortes.

Premiers stades du développement. — La réussite des cultures aseptiques a permis d'étudier les premiers stades du développement. Les spores, telles qu'on les trouve dans le sporogone mûr, sont ovoïdes, pluricellulaires, formées de cellules vertes, gorgées de chloroplastes ; leur pôle postérieur est occupé par une cellule plus pâle (fig. 13). Le nombre des cellules qui les compose varie, apparemment, de quatre à dix (moyenne : sept à huit). Quand la germination commence à se manifester, la spore prend une forme bilobée (fig. 14, A) ; le lobe postérieur donne naissance aux rhizoïdes ; au-dessus de la cellule pâle qui en occupe le pôle, se trouvent deux rangées, superposées de bas en haut, de cellules disposées radialement

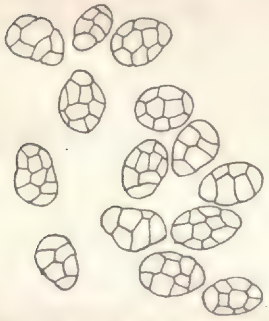


Fig. 13. — Spores mûres de *Pellia epiphylla*. Grossi 72 fois.

autour de l'axe de la plante, à la manière des tranches d'une orange. Au-dessus, et séparé du massif cellulaire postérieur par un étranglement plus ou moins marqué, se trouve le lobe antérieur, formé de cellules plus petites et plus nombreuses ; l'extrémité antérieure de ce massif cellulaire est occupée par le sommet végétatif.

Les jeunes thalles peuvent conserver un certain temps des

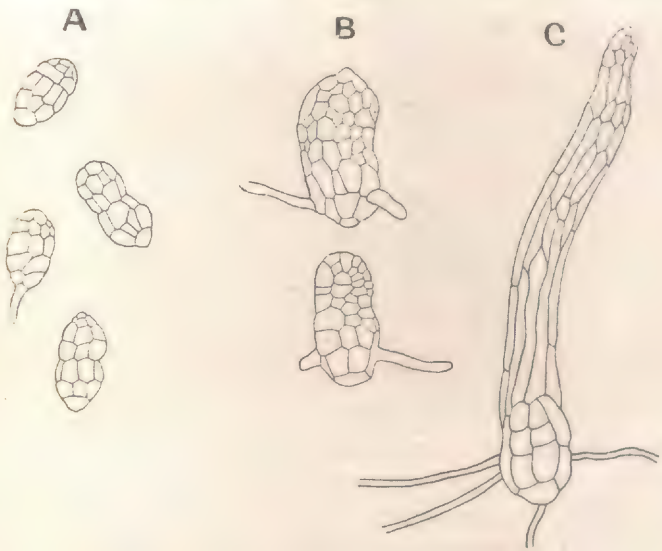


Fig. 14. — Premiers stades du développement de *Pellia epiphylla* en culture aseptique. — A, germination des spores ; B, jeunes thalles au début de leur développement ; C, phase d'élongation. Grossi 72 fois.

dimensions trapues, leurs cellules restant isodiamétriques (fig. 14, B) ; mais, tôt ou tard, l'accroissement en longueur se produit, aux dépens du lobe antérieur ; il résulte de l'élongation des cellules de ce lobe situées en arrière du sommet végétatif (fig. 14, C).

Un mois après le semis, on aperçoit à la partie antérieure des jeunes thalles une ébauche de dichotomie. La ramification des frondes est, en effet, abondante et précoce chez ces petites plantes aseptiques issues de spores. Dans les cultures examinées deux mois et demi après le semis, les thalles sont souvent ramifiés, ou tout au moins présentent de nombreux

points végétatifs marginaux qui sont des amorces de ramifications (fig. 15, dessins 12, 13, 14). Par la suite, cette tendance à la ramification ne fait que s'accentuer, et les thalles âgés de huit mois ou plus ont la forme de longues lanières présentant de nombreuses bifurcations latérales, qui proviennent du développement des points végétatifs marginaux (fig. 15, dessin 15).

Comparaison des semis aseptiques et des semis infestés. — Les cultures aseptiques de *Pellia*, obtenues dans ces conditions, diffèrent par deux caractères essentiels des cultures symbiotiques étudiées dans le chapitre précédent et provenant des semis de spores sur terre infestée. Les thalles aseptiques ont une croissance beaucoup plus rapide et atteignent des dimensions beaucoup plus grandes que les thalles infestés. C'est ce qui ressort de l'examen de la figure 15, où sont figurés, à la même échelle, de jeunes gamétophytes infestés (dessins 1 à 11) et aseptiques (dessins 12 à 15). De plus, leur développement est continu ; il n'est pas interrompu, comme chez les thalles symbiotiques, par une phase de dégénérescence, caractérisée par le brunissement du thalle, et suivie d'une poussée nouvelle de frondes vertes différenciées aux dépens d'îlots méristématiques situés sur la face ventrale de la nervure médiane. Les thalles aseptiques se développent entièrement et sans interruption aux dépens du méristème terminal primitif et de ses bifurcations successives.

Parmi les caractères qui distinguent les thalles aseptiques des thalles associés au Champignon, certains paraissent liés à

Fig. 15. — Jeunes gamétophytes de *Pellia epiphylla*.

1 à 11. Gamétophytes provenant de spores semées sur terre infestée et hébergeant l'endophyte. — 1 à 6. Plantes de deux mois et demi. — 7-8. Plantes de quatre mois environ. — 9 à 11. Plantes de sept mois et quelques jours. — Les dessins 10 et 10 *bis* représentent la même plante, vue par sa face ventrale (10) et par sa face dorsale (10 *bis*). Remarquer dans les plantes les plus âgées (9 à 11), et en grande partie décomposées, les pousses nouvelles issues d'îlots méristématiques situés à la face ventrale du thalle.

12 à 15. Gamétophytes issus de spores semées sur gélose nutritive et indemnes d'infestation. — 12 à 14. Plantes de deux mois et demi. — 15. Plante de huit mois et neuf jours. Remarquer, dans ces quatre plantes, les ramifications ou ébauches de ramifications issues de points végétatifs marginaux.

Toutes les figures de cette planche ont été dessinées à la chambre claire et au même grossissement (= 5,8). On voit que les plantes dépourvues de Champignons sont beaucoup plus développées que les plantes infestées de même âge.

Fig. 15.

l'absence ou à la présence de l'organisme commensal, alors que d'autres relèvent manifestement de facteurs différents. La décoloration de la nervure médiane des thalles infestés provient de la digestion des chloroplastes par le Champignon. On conçoit que la destruction intense de ces éléments puisse ralentir le développement de la plante et même l'arrêter momentanément, d'où cette alternance de phases de différenciation active et de phases de vie ralentie que l'on observe chez les jeunes *Pellia* infestés, et qui aurait pour cause première l'action du Champignon sur les chloroplastes. On sait, d'ailleurs, que les plantes très étroitement adaptées à la symbiose, telles que les Orchidées, sont caractérisées par l'extrême lenteur de leur développement.

Toutefois les deux types de cultures décrits ne diffèrent pas seulement par la présence ou par l'absence du Champignon symbiotique. La composition chimique du terrain de culture n'est pas la même dans les deux cas (terre d'une part, et, d'autre part, solution synthétique chimiquement définie). De plus, alors que les semis infestés se développent à l'air libre, les plantes aseptiques, enfermées dans des tubes bouchés au coton, vivent dans une atmosphère confinée et saturée d'humidité. Cette dernière condition n'est pas sans exercer une influence sur la vitesse et l'amplitude de la croissance : si, en effet, on enferme sous une petite cloche de verre une portion d'un semis en terre infestée, on constate que les jeunes thalles situés sous la cloche se développent beaucoup plus rapidement que leurs congénères restés à l'air libre et donnent des thalles dressés, vigoureux, échappant à la crise de dégénérescence qui sévit au bout de quelques mois sur le reste de la culture. Ces thalles dressés et verts rappellent par leur port les plantes aseptiques, bien que leurs dimensions restent beaucoup plus réduites. Ils sont d'ailleurs pénétrés par l'endophyte, mais seulement à leur partie basilaire ; par sa croissance rapide, la plante échappe en majeure partie au Champignon et à l'action nocive qu'il exerce sur les thalles plus largement envahis.

Aucune de nos cultures de *Pellia* provenant de semis, aussi bien en terre infestée que sur milieu artificiel, n'a, au bout

d'un an, produit de réceptacles sexuels, archégones ou anthéridies. L'adjonction de peptone à la gélose nutritive (peptone Chapeautot à 1 p. 1 000 ou 1 p. 500 000), qui a permis à M. KILLIAN [*10*] d'obtenir la fructification de diverses Jungermanniacées en culture pure, s'est montrée, jusqu'ici, inefficace dans le cas du *Pellia*. Il est vrai que, dans les cultures de M. KILLIAN, les sporogones ne se sont montrés que deux ans après le semis.

En résumé, il est possible de cultiver aseptiquement le *Pellia epiphylla* à partir de spores, en l'absence du Champignon endophyte que cette Hépatique héberge régulièrement à l'état de nature. Toutefois, le succès de la culture dépend de conditions physico-chimiques assez strictes, parmi lesquelles la réaction du milieu nutritif paraît jouer un rôle essentiel, puisque ce n'est qu'en ajustant ce milieu à un p_H déterminé (4,85) que nous avons pu obtenir un développement satisfaisant.

Cette condition paraît moins indispensable à l'état de nature. Si les *Pellia* étudiés dans ce mémoire croissent naturellement sur un sol fortement acide ($p_H = 4{,}85$), ceux que Mlle RIDLER a étudiés se développaient sur des terrains faiblement acides ou neutres ($p_H = 6{,}8$ à $7{,}0$) [*18*]. Le p_H du suc des thalles de *Pellia* récoltés à Chaville, mesuré par la méthode électrométrique, est égal à 6,4 ; Mlle RIDLER n'indique pas le p_H des thalles de *Pellia* qu'elle a récoltés dans diverses stations d'Angleterre, mais il est remarquable que la mesure du p_H de thalles de *Lunularia cruciata* lui a donné précisément ce même chiffre 6,4, bien qu'elle ait récolté cette Marchantiacée sur des sols alcalins ($p_H = 7{,}4$ à $8{,}0$) [*19*]. On peut se demander si la présence de l'endophyte dans les cellules du *Pellia* n'a pas pour effet d'amener la concentration en ions H du suc cellulaire à une valeur compatible avec le développement de la plante, et cela quelle que soit la réaction du sol où elle croît. Ce rôle régulateur serait dévolu à la membrane du Champignon, qui sépare le protoplasme de ce dernier du protoplasme de la plante, et qui, comme toute membrane vivante, est capable, ainsi que l'ont montré MM. P. GIRARD, MESTREZAT et MORAX [*9*], d'exercer un

choix sur les ions qui tentent de la traverser. La chose est d'autant plus vraisemblable que la formation des arbuscules accroît dans d'énormes proportions la surface de contact des deux organismes associés. M. Cl. Beau [*1*] compare très heureusement les pelotons mycéliens intracellulaires des Orchidées aux glomérules de Malpighi du rein des animaux. Cette comparaison, qui s'applique aussi bien aux arbuscules, met en relief le rôle que ces formations peuvent jouer dans la régulation de l'équilibre osmotique et de la concentration en ions H des sucs cellulaires. Dans le cas particulier du *Pellia epiphylla*, il serait nécessaire, pour obtenir le développement de la plante sans Champignons, de suppléer à l'absence de ce dernier par l'ajustement du milieu de culture à un p^H convenable.

Dimorphisme et symbiose. — Le dimorphisme qui distingue les cultures de *Pellia* selon qu'elles sont aseptiques ou infestées est à rapprocher des faits observés dans des semis de Pommes de terre ou d'*Orobus tuberosus* associés ou non aux Champignons endophytes de ces espèces [*11*]. Les plantules de Pommes de terre ou d'Orobes, lorsqu'elles évoluent en l'absence d'endophytes, se développent de façon continue, grâce à la différenciation ininterrompue de leur bourgeon terminal et des bourgeons latéraux situés à la base de la tige ; elles donnent des plantes très rameuses, que l'on peut comparer aux thalles abondamment ramifiés des *Pellia* asymbiotiques. Lorsque les plantules de ces deux espèces sont associées au Champignon qui est leur hôte normal, leurs bourgeons basilaires cessent précocement de se différencier pour former des organes pérennants, et la différenciation des pousses feuillées ne reprend qu'après une période de vie ralentie. Ces plantes à développement discontinu sont à rapprocher des jeunes thalles de *Pellia* associés au Champignon, dont l'évolution subit de même un temps d'arrêt, suivi d'une reprise de la végétation.

On voit par là que la symbiose peut exercer une influence de même ordre sur le développement du gamétophyte d'une Muscinée et du sporophyte de certaines plantes vasculaires

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

1° Le Champignon endophyte que le thalle du *Pellia epiphylla* héberge normalement est largement répandu dans les vieilles frondes brunes qui ont achevé de fructifier. L'infestation est généralement beaucoup plus discrète dans les pousses vertes plus récentes portant des archégones ou des sporogones en évolution. Dans le cas exceptionnel où ces pousses fertiles sont abondamment envahies, le Champignon dégénère aux abords des archégones ou du sporogone, qui semblent ainsi exercer une influence inhibitrice sur sa croissance. Cette action inhibitrice explique que le sporophyte soit, en règle générale, préservé des atteintes du Champignon. Elle cesse dès que les archégones ou le sporogone ont achevé leur évolution.

2° L'endophyte présente tous les traits de structure caractéristique des Champignons de mycorhizes : des hyphes volumineuses, non cloisonnées ; des arbuscules ; des corps de dégénérescence (sporangioles) et des vésicules multinucléées, parfois accolées deux à deux, et dont le contenu peut s'individualiser en cellules uninucléées, destinées peut-être à donner des spores.

3° Semées sur le sol infesté où les *Pellia* croissent naturellement, les spores de cette Hépatique germent, donnant des gamétophytes qui sont précocement envahis, à leur partie postérieure, par le Champignon. Par la suite, l'infestation se propage à toute l'étendue de la nervure médiane, ne respectant que le méristème terminal.

4° Le Champignon détruit les chloroplastes dans les cellules qu'il envahit. Les plastes commencent par s'agglutiner autour des hyphes, deviennent surcolorables, et finalement s'émiettent en fines granulations. La destruction de la chlorophylle entraîne le brunissement de la nervure médiane, puis

la dégénérescence du jeune thalle issu de la germination de la spore. Il en résulte un arrêt dans le développement, ultérieurement suivi d'une reprise de la végétation, qui se fait aux dépens d'îlots méristématiques restés vivants à la face inférieure de la nervure.

5° Semées sur des milieux nutritifs artificiels neutres, ou sur de la terre stérilisée par la chaleur ou le formol, les spores de *Pellia* germent irrégulièrement, et les jeunes thalles auxquels elles donnent naissance ne tardent pas à périr, après un début insignifiant de développement. Les semis aseptiques n'ont donné des cultures florissantes que sur un milieu synthétique acide, ayant même concentration en ions hydrogène ($p_H = 4{,}85$) que le sol où l'Hépatique croît dans la nature.

6° La croissance des *Pellia* aseptiques obtenus dans ces conditions est rapide, et les thalles acquièrent des dimensions beaucoup plus considérables que dans les semis infestés. Le développement est continu et se fait, sans interruption, aux dépens du méristème terminal et de ses dichotomies successives ; les thalles ont la forme de lanières dressées et ramifiées. La rapidité de la croissance paraît dépendre, dans une large mesure, du séjour des plantes dans une atmosphère confinée et saturée d'humidité.

7° De la comparaison des semis aseptiques et des semis infestés, il résulte que la symbiose agit sur le développement du gamétophyte en provoquant une alternance de phases de différenciation et de repos. Cette influence est comparable à celle que le même facteur exerce sur le développement du sporophyte de certaines plantes vasculaires.

APPENDICE I

Préparation du milieu de culture pour « pellia epiphylla ».

Pour préparer la solution nutritive destinée à la culture pure de *Pellia epiphylla*, il convient de ne pas stériliser en mélange tous les corps qui la composent. Cette pratique entraînerait

la formation de précipités. La technique suivante permet d'obtenir des gelées parfaitement limpides.

Préparer et stériliser les cinq solutions suivantes :

Solution A :

Gélose	15 grammes.
Solution de potasse caustique à 1 p. 1 000	35cc,5
Eau distillée	375 centimètres cubes.

(La gélose doit être lavée dans plusieurs bains successifs d'eau distillée ; on tiendra compte, pour la préparation de la solution A, du poids d'eau qui imbibe la gélose après lavage.)

Solution B :

Phosphate monopotassique	0gr,5
Eau distillée	375 centimètres cubes.

Solution C :

$SO^4Mg, 7H^2O$	0gr,5
$SO^4Na^2, 10H^2O$	0gr,5
NO^3K	0gr,5
Tartrate neutre de potassium	0gr,5
Eau distillée	125 centimètres cubes.

Solution D :

$CaCl^2, 6H^2O$	0gr,8
Eau distillée	100 centimètres cubes.

Solution E :

Citrate de fer ammoniacal	0gr,016
Eau distillée	100 centimètres cubes.

Répartir aseptiquement les solutions stérilisées dans des tubes de verre « pyrex » de 20×200 millimètres, à raison de :

6	centimètres cubes	de A.
6	—	— de B
2	—	— de C.
1	—	— de D.
1	—	— de E.

On obtient ainsi une gelée nutritive ayant la composition indiquée plus haut (p. 761), et ramenée, grâce à l'adjonction de potasse, au p_H convenable.

APPENDICE II

Tableau indiquant la répartition de l'endophyte dans les diverses parties du gamétophyte de *Pellia epiphylla*.

Nos D'ORDRE DES FRONDES ET DATE DE LEUR RÉCOLTE.	DÉSIGNATION DES RAMEAUX.	ARCHÉGONES.	ANTHÉRIDIES.	SPOROGONE.	CHAMPIGNONS.
1 17 nov. 1922	A			Jeune, à soie non allongée. Spores avec un ou deux noyaux en mitose.	Infestation très notable par un Champignon vivant, avec arbuscules et vésicules. Le Champignon dégénère aux approches du sporogone. La limite antérieure de l'infestation reste en arrière de la limite antérieure de la zone à rhizoïdes.
	B			Jeune, soie non allongée.	Infestation discrète par un Champignon dégénéré. Çà et là, pelotons d'hyphes vivantes, témoignant de tentatives répétées d'invasion.
	C	Flétris.			Rameau très largement infesté, dans toute son étendue, par un Champignon vivant.
1 *bis* 10 nov. 1922....					Jeune fronde stérile, largement infestée par un Champignon vivant, dans toute la région où s'insèrent les rhizoïdes.
2	A				Vieille fronde brunie largement infestée par un mycélium vivant. Nombreux corps de dégénérescence

17 nov. 1922	B		Vidées.	Jeune, soie non allongée, spores différenciées.	Infestation insignifiante et limitée aux régions éloignées du sporogone, par un Champignon complètement dégénéré. La portion du thalle où s'implante le sporophyte, bien que riche en rhizoïdes, est complètement indemne.
3 20 nov. 1922	A	Flétris.	Vidées.		Pas de Champignons.
	B			Jeune, à spores différenciées.	Infestation discrète, limitée à la partie postérieure, éloignée du sporogone. Champignons dégénérés, ou infestation récente par des hyphes sans arbuscules.
4 20 nov. 1922	A				Vieille fronde brune, largement infestée par un Champignon vivant.
	B	Turgescents, à parois formées de cellules nucléées.			Rameau largement envahi, dans toute sa longueur, jusqu'au contact de la zone d'implantation des archégones, par un Champignon complètement dégénéré (fig. 4, p. 741).
5 20 nov. 1922 ...				Jeune, spores en voie de formation, avec noyaux en mitose.	Infestation insignifiante par un Champignon complètement dégénéré. La région du thalle où s'implante le pied est indemne.
6 20 nov. 1922				Jeune.	Infestation limitée à la partie postérieure de la fronde, éloignée du sporogone. Champignon complètement dégénéré, hormis deux vésicules enkystées.

N° D'ORDRE DES FRONDES ET DATE DE LEUR RÉCOLTE.	DÉSIGNATION DES RAMEAUX.	ARCHÉGONES.	ANTHÉRIDIES	SPOROGONE.	CHAMPIGNONS.
7 4 janv. 1923.....		Flétris.		•	Infestation très étendue, se prolongeant en avant des archégones jusqu'au voisinage du sommet végétatif. Champignon partout vivant, sans formes de dégénérescence.
8 4 janv. 1923.....		Flétris.		Complètement nécrosé et en grande partie disparu.	Très large infestation par un Champignon vivant s'étendant jusque dans la zone amylifère, où s'implante le pied nécrosé du sporogone.
9 4 janv. 1923.....				Mûr, capsule ouverte.	Large infestation, par un Champignon vivant, à tous les stades de son développement. Latéralement, l'infestation dépasse en avant l'implantation du pied, s'étendant dans les deux nervures qui l'encadrent. Sur la ligne médiane, le Champignon arrive jusqu'au voisinage de la région épaissie où s'implante le pied (cette région est ici dépourvue d'amidon).
10 4 janv. 1923.....				Mûr, capsule ouverte.	Infestation extrêmement abondante par un Champignon vivant, arrivant au contact de la zone épaissie où s'implante le sporogone, mais sans la pénétrer.

11 — 4 janv. 1923	A		Jeunes, au début de leur formation.		Infestation notable par un Champignon vivant, arrivant au contact du coussinet amylifère portant les anthéridies.
	B		*Id.*		Pas de Champignons.
	C				Infestation par un Champignon vivant.
12 — 4 janv. 1923					Fragment de vieille fronde brune, infestée, bourgeonnant un petit rameau vert indemne d'infestation.
13 — 27 avril 1923	A	En voie de formation, avec cellules en mitose.	Présentes.		Infestation discrète, limitée à la partie postérieure du ramuscule et arrivant au voisinage des anthéridies. La partie antérieure, qui porte les archégones, n'est pas infestée.
	B	Vestiges d'archégones flétris.		Nécrosé.	Infestation très étendue par un Champignon vivant qui occupe toute la longueur de la nervure médiane, formée de cellules gorgées d'amidon (qui disparaît dans les cellules infestées). Les cellules contiguës à la coiffe sont largement envahies par le mycélium, qui, au-dessus du pied, arrive au contact des archégones flétris.
	C		Renfermant des anthérozoïdes en voie de formation.		Infestation limitée à la partie inférieure et moyenne du ramuscule.

Nos D'ORDRE DES FRONDES ET DATE DE LEUR RÉCOLTE.	DÉSIGNATION DES RAMEAUX.	ARCHÉGONES.	ANTHÉRIDIES.	SPOROGONE.	CHAMPIGNONS.
14 1er mai 1923		La partie postérieure, brune, de cette fronde, porte des archégones flétris (remontant à l'année précédente). Un petit rameau vert antérieur, porte des archégones en voie de formation (fig. 5, p. 743).	Renfermant des anthérozoïdes bien différenciés.		Pas de Champignons dans le rameau vert antérieur portant des anthéridies et des archégones en voie de formation. La partie postérieure brune de la fronde est largement envahie par un Champignon arrivant au voisinage des archégones flétris.
15 1er mai 1923....				Flétri, soie coupée près de sa base.	Infestation très étendue par un Champignon vivant.
16 1er mai 1923				Flétri, soie coupée près de sa base.	Infestation très étendue par un Champignon vivant, qui arrive au contact du pied du sporogone.
17 1er mai 1923		Turgescents, formés de cellules nucléées.	Présentes.		Pas de Champignons.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Beau (Clovis), Sur le rôle trophique des endophytes d'Orchidées (*C. R. Acad. des sciences*, t. CLXXI, 1920).
2. Beauverie (J.), Étude d'une Hépatique à thalle habité par un Champignon filamenteux (*C. R. Acad. des sciences*, t. CXXXIV, 1902).
3. Bernard (Noel), L'évolution dans la symbiose ; les Orchidées et leurs Champignons commensaux (*Ann. sc. nat. bot.*, 9e série, t. IX, 1909).
4. Id., Sur la fonction fungicide des bulbes d'Ophrydées (*Ann. sc. nat. bot.*, 9e série, t. XIV, 1911).
5. Berthelot (Albert), Sur un nouveau potentiomètre à cadran (*Bull. Soc. chimie biologique*, t. IV, n° 7, 1924).
6. Cavers (F.), On the structure and biology of *Fegatella conica* (*Ann. of bot.*, t. XVIII, 1904).
7. Denis (Marcel), Sur quelques thalles d'*Aneura* dépourvus de chlorophylle (*C. R. Acad. des sciences*, t. CLXVIII, 1919).
8. Gallaud, Études sur les mycorhizes endotrophes (*Revue gén. de bot.*, t. XVII, 1905).
9. Girard (P.), Mestrezat (W.) et Morax (V.), Recherches expérimentales sur la perméabilité des tissus vivants aux ions (*C. R. Soc. de biologie*, t. LXXXVI, 1922).
10. Killian (Ch.), Cultures d'Hépatiques (*C. R. Soc. de biologie*, t. LXXXVIII, 1923, et t. XCI, 1924).
11. Magrou (J.), Symbiose et tubérisation (*Ann. sc. nat. bot.*, 10e série, t. III, 1921).
12. Id., A propos du pouvoir fungicide des tubercules d'Ophrydées (*Ann. sc. nat. bot.*, 10e série, t. VI, 1924).
13. Magrou (J.) et Berthelot (A.), Cultures pures de *Pellia epiphylla* (*C. R. Soc. de biologie*, t. XCI, 1924).
14. Nicolas (G.), Formations mycorhiziques dans une Hépatique à thalle (*Lunularia vulgaris* Micheli) (*C. R. Acad. sciences*, t. CLXXVIII, 1924).
15. Nuttall (George H. F.), Symbiosis in animal and plants (*Report British Assoc. for the advancement of Science*, 1923).
16. Peyronel (B.), Fructification de l'endophyte à arbuscules et à vésicules des mycorhizes endotrophes (*Bull. Soc. mycol. de France*, t. XXXIX, 1923).
17. Ridler (W. F. F.), The Fungus present in *Pellia epiphylla* (L.) Corda (*Ann. of bot.*, t. XXXVI, 1922).
18. Id., Further observations on the Fungus present in *Pellia epiphylla* (L.) Corda (*Ann. of bot.*, t. XXXVII, 1923).
19. Id., The Fungus present in *Lunularia cruciata* (L.) Dum. (*Trans. British mycol. Soc.*, t. IX, 1923).

20. Servettaz (C.), Recherches expérimentales sur le développement et la nutrition des Mousses en milieux stérilisés (*Ann. sc. nat. bot.*, 9e série, t. XVII, 1913).

21. Treub, Études sur les Lycopodiacées ; l'embryon et la plantule du *Lycopodium cernuum* L. (*Ann. jard. bot. de Buitenzorg*, t. VIII, 1890).

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 725

CHAPITRE PREMIER

DISTRIBUTION DU CHAMPIGNON DANS LE THALLE ADULTE DU « PELLIA ».

Travaux de Gallaud et de W. F. F. Ridler. — Observations de Noël Bernard. — Cycle évolutif du *Pellia*. — Large infestation des vieilles frondes. — Immunité partielle des frondes fertiles. — Frondes à archégones. — Progression du Champignon consécutive à la déhiscence de la capsule. — Morphologie de l'endophyte. — Histoire de la symbiose chez le *Pellia epiphylla* 733

CHAPITRE II

L'ORIGINE DE LA SYMBIOSE.

Semis en terre infestée. — Infestation des jeunes gamétophytes. — Destruction des choroplastes. — Passage à l'état vivace 750

CHAPITRE III

CULTURES PURES DE « PELLIA EPIPHYLLA ».

Travaux antérieurs. — Échec des semis en milieu neutre. — Importance de la concentration en ions H. — Premiers stades du développement. — Comparaison des semis aseptiques et des semis infestés. — Dimorphisme et symbiose 756

RÉSUMÉ ET CONCLUSION 769

APPENDICE

I. Préparation du milieu de culture pour *Pellia epiphylla* 770

II. Tableau indiquant la répartition de l'endophyte dans les diverses parties du gamétophyte de *Pellia epiphylla* 772

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE 777

NOUVELLES REMARQUES

SUR LES

PLEUROTES D'OMBELLIFÈRES

Par J. COSTANTIN

Le problème des relations des Pleurotes avec les Ombellifères, malgré les recherches dont il a été l'objet dans ces derniers temps, reste très énigmatique. Comme je l'avais annoncé, en 1923, la question de la culture pratique, qui me préoccupait surtout, me paraissait devoir être difficile. Il y a très loin, en effet, de quelques essais tentés, en petit, dans le laboratoire, en milieu stérilisé, à la découverte d'une technique susceptible d'être appliquée par les praticiens.

Le souvenir des obstacles que nous avions rencontrés sur la route, quand Louis Matruchot et moi cherchions à modifier la culture du Champignon de couche, était présent à mon esprit. Je savais avec quelle lenteur les méthodes d'élevage du *Psalliota campestris* s'étaient perfectionnées. On peut dire, en effet, que la description des meules des maraîchers au temps de Louis XIV, telle qu'elle a été donnée par Tournefort, dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, en 1707, montre qu'elles diffèrent bien peu de celles employées actuellement par les champignonnistes parisiens. Nous avons cependant eu, mon collaborateur et moi, la bonne fortune de réaliser une amélioration pratique appréciable, il y a une trentaine d'années, par l'obtention du mycélium stérilisé, à partir des spores. Les cultivateurs, après avoir résisté d'abord à l'évidence des résultats, ont fini par adopter le nouveau produit qui a permis à une industrie importante, essentiellement parisienne, de prendre un nouvel essor. Ces difficultés, finalement vaincues,

sont susceptibles d'ouvrir les yeux sur la lenteur des progrès agricoles. Les procédés employés par les maraîchers au XVIIe siècle ont été évidemment inventés bien avant eux et lentement perfectionnés sans doute à l'époque de la Renaissance ou au Moyen Age, peut-être même dès la période gréco-romaine.

Depuis l'époque déjà lointaine de nos recherches, plusieurs autres tentatives ont été faites pour créer des cultures nouvelles pour le « Pied bleu » (Matruchot et moi), pour la « Coimelle ou Lépiote élevée » (Matruchot), pour la Morille (Molliard, etc.), mais, en fait, on n'a pas assisté jusqu'ici à l'éclosion véritable d'industries inconnues. Il y a donc très loin d'une découverte scientifique intéressante à un résultat cultural, financier et commercial. Ces remarques étaient importantes à faire à propos de la nouvelle tentative dont je veux parler à l'occasion des Pleurotes d'Ombellifères.

On sait, par les observations anciennes sur l'Argouane (1) de Rabelais (dans *Gargantua*), de Magnol (1676), de Paulet, de De Seynes, etc., et aussi par les constatations récentes sur les Pleurotes de montagnes (2), que la production est souvent extrêmement abondante. Aussi la question de la culture du *Pleurotus Eryngii* a-t-elle été envisagée comme très désirable, notamment par Roze et Richon (en 1888). Les rendements commerciaux que la cueillette est susceptible de donner dans le marais poitevin sont même très alléchants (3).

(1) Les noms vulgaires de ce Champignon comestible excellent (*Pleurotus Eryngii*) témoignent qu'il est extrêmement connu et anciennement, surtout dans le midi de la France. A la liste que j'en ai déjà donnée [COSTANTIN, Atlas des Champignons; La montagne champignonnière naturelle (*la Nature* 1923)], j'ajouterai : Argoigne (d'après LITTRÉ, Glossaire de l'Aunis et Saintonge), Limège (Saintonge), Babissou (d'après M. MARRE, en Rouergue).

(2) COSTANTIN, Sur la biologie alpestre (*C. R. Ac. Sc.*, 30 oct. 1921, 537); Sur le Pleurote du Chardon bleu de la Vanoise (*ibid.*, 5 novembre 1923) ; Sur la récolte et la culture des Pleurotes d'*Eryngium* (*ibid.*, 12 novembre 1923). — Selon J. OFFNER et R. HEIM, Sur un Pleurote des prairies alpines (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLXXVIII, p. 412, 21 janv. 1924), au Lautaret, on a récolté jusqu'à 500 kilogrammes de Champignons sur pieds morts de *Laserpitium latifolium*. (Ce n'est pas après fauchage qu'apparaissent les Champignons au Lautaret, qui poussent jusqu'à 2 000 mètres, tandis qu'à Pralognan, en Vanoise, c'est après la coupe des prairies : observations faites en 1921, 1923, 1924.)

(3) « Je connais un fermier qui, en 1922, a retiré 1 500 francs de la vente de ses Argouanes sur le marché de La Rochelle (Faideau) » (COSTANTIN, *C. R. Ac. Agr.*,

Cela m'a engagé à me procurer le mycélium de cette dernière espèce, et j'y suis parvenu grâce à des échantillons récoltés sur les glacis de La Rochelle, qui m'ont été envoyés obligeamment par M. Faideau, le 5 décembre 1923. J'ai distribué, gratuitement comme de juste, ce blanc à différentes personnes de bonne volonté, disposées à faire des tentatives d'élevage dans différentes régions de la France.

J'ai fait moi-même des essais au Muséum d'Histoire naturelle (dans un terrain des pépinières mis à ma disposition par M. Bois) et au laboratoire de biologie végétale de Fontainebleau (grâce à l'obligeance de M. Molliard et à l'aide de M. Dufour).

Divers obstacles peuvent s'opposer à la réussite d'une telle entreprise : si le blanc ne se développe pas en terre parce que le mode de préparation ou de présentation (c'est-à-dire le compost ou le substratum dans lequel on l'incorpore en le faisant développer au laboratoire en milieu pur) des mises ne convient pas, si la saison est défavorable, etc. C'est donc en multipliant et en variant les conditions expérimentales que l'on arrivera peut-être à découvrir celles qui doivent conduire au succès.

Le but cultural et agricole que je poursuivais n'a pas été atteint jusqu'ici, mais un résultat intéressant mérite d'être enregistré, c'est ce qui me décide à publier cette note.

Parmi les correspondants qui ont bien voulu, dès le début de 1924, me prêter leur concours dévoué, M. V. Cayasse, inspecteur primaire en retraite, à Guignicourt-sur-Vence (Ardennes), m'écrivait dès le 23 janvier 1924 pour m'offrir son champ d'expériences « situé à l'extrémité d'un plateau de 280 mètres d'altitude, c'est-à-dire une centaine de mètres au-dessus du fond de la vallée de la Vence. Légèrement incliné vers le sud, il est exposé aux vents froids du nord, mais défendu de ceux du nord-est et du sud-ouest par des bois formant rideau protecteur. Il appartient, dans le Bathonien, au calcaire à *Rhynchonella decorata*. Le sol en est

déc. 1923). On trouve le Pleurote en abondance dans le marais poitevin [(Charente-Inférieure, sud de la Vendée, ouest des Deux-Sèvres), dans les îles de Ré et d'Oléron, dans les dunes (sur *Eryngium maritimum*)].

argilo-calcaire, fort graveleux et de fertilité moyenne ».

M. Cayasse ajoutait : « Je n'ai jamais trouvé ici et je ne sache pas qu'on ait récolté dans les Ardennes le Pleurote du Panicaut. Toutefois, l'*Eryngium* champêtre pousse abondamment sur notre territoire dans les pâturages secs, dans les friches, sur les talus et le bord des chemins. Peut-être pourrait-on tenter de l'utiliser pour la culture du Pleurote? Si vous pensez que cet essai puisse être utile, je planterais dans une partie de mon champ d'expérience des pieds enracinés de Panicaut et semerais à côté, pour l'avenir, des graines que je viens de récolter. Sur les plantes ainsi obtenues, je disposerais, selon vos instructions, du mycélium que vous me procureriez, et je donnerais à cette culture tous les soins dont je suis capable. »

Le 22 mars 1924, je faisais à M. Cayasse un envoi de mises de blanc de *Pleurotus Eryngii* en lui recommandant de suivre mes indications sur la manière d'opérer, c'est-à-dire d'enterrer les mises à 5 à 10 centimètres, au voisinage des *Eryngium*.

Le 19 mars 1924, il m'écrivait : « Pour préparer l'opération, j'ai exactement repéré des pieds d'*Eryngium* que j'ai laissés en place dans une friche où ils sont abondants. »

« Le 11 février, j'en ai repiqué une cinquantaine d'autres pieds dans mon champ d'expériences ; mais les racines fort longues ont été endommagées par l'arrachage, et la reprise sera peut-être difficile. Comme vous me l'indiquez, je vais refaire avec plus de précautions de nouveaux repiquages. »

« Enfin, j'ai préparé, dans ce même champ, une plaque pour des semis ; mais ma graine, récoltée pendant l'hiver sur des têtes roulantes, n'est peut-être pas de bien bonne qualité, et j'y suppléerai bien volontiers par celles que vous voudrez bien m'adresser. J'ai de la place et des pieds de Panicaut autant qu'il m'en faudra pour repiquer toutes les mises que vous pourrez m'adresser, aux dates que vous jugerez les meilleures. » Il ajoutait qu'il n'avait pas encore osé faire ses semis, « car il gèle ici à glace chaque nuit ; je m'y emploierai dès que ces froids tardifs auront cessé ».

A la date du 12 mai 1924, il m'écrivait à nouveau : « J'ai le plaisir de vous annoncer que les cinquante pieds de Panicauts

que j'ai plantés dans mon champ d'expérience montrent leurs premières feuilles. Lorsque vous jugerez l'époque venue de faire un nouveau placement de mycélium, je serai tout prêt pour utiliser les mises que vous voudrez bien me faire parvenir. Quant au semis de Panicaut que j'ai mis en terre le 28 mars, il ne m'a donné aucun résultat ; ce sera sans doute pour plus tard. »

Le 13 mai, j'ai envoyé cinquante mises de blanc de *Pleurotus Eryngii* et un paquet de graines d'*Eryngium campestre* récoltées à Fontainebleau, dont le pouvoir germinatif a été contrôlé au laboratoire de Biologie végétale.

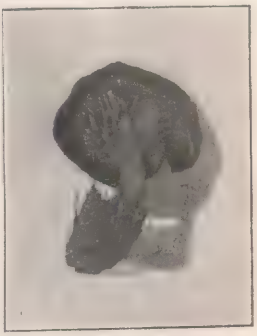


Fig. 1. — Le premier-né *Pleurotus Eryngii* obtenu dans les Ardennes, par M. Cayasse.

A la date du 7 septembre 1925, M. Cayasse m'a envoyé un échantillon de *Pleurotus Eryngii* récolté sur la place où il avait été semé (1) l'an dernier sur souches d'*Eryngium*. Celles-ci se sont desséchées, et c'est sur elles, quand elles étaient *mortes*, que l'on a récolté le Champignon qui figure sur le dessin (fig. 1). La base du pied montre des fibrilles qui ne laissent aucun doute sur la connexion du Champignon avec l'Ombellifère.

Ce Pleurote était bien l'Argouane de La Rochelle, type connu de Rabelais, à chapeau *brun ocracé*. L'échantillon desséché était de dimensions assez médiocres, mais il était à état de maturité. On sait d'ailleurs que la taille du chapeau de ce type est très inférieure à celle de la fructification alpestre de Pralognan à grand chapeau *blanc*.

Le résultat ainsi obtenu n'est pas, comme on le voit, la culture de l'Argouane, mais c'est certainement la création d'une *station nouvelle du Pleurote*. Il prouve donc que l'on peut implanter le Champignon dans le sol. Il s'agit de savoir s'il s'acclimatera et s'il s'étendra (2).

(1) En réalité, comme je l'ai appris par une nouvelle lettre (17 octobre 1925), c'était les pieds *en place* qui avaient produit le champignon. *(Note ajoutée pendant l'impression.)*

(2) Depuis l'impression de ces lignes, un autre résultat important a été obtenu par moi, car j'ai créé une autre station expérimenale d'Argouane en forêt de

Beaucoup de questions se posent à l'esprit après l'enregistrement de la donnée précédente. Je me bornerai à l'examen d'un seul point se rapportant à l'apparition du Champignon sur la plante morte.

Sur ma demande, déjà en décembre 1923, M. Faideau avait interrogé divers propriétaires du marais poitevin qui tirent un profit sérieux de l'Argouane pour savoir si le Champignon apparaît après la mort du Panicaut. Il me répondait le 30 décembre 1923 : « Ils sont absolument ignorants à ce sujet ; ils ont remarqué simplement que le Champignon pousse dans les régions où le Chardon roulant abonde ; mais bien peu ont l'idée du saprophytisme ou — sans employer un si grand mot — des rapports nécessaires existant entre le Chardon et l'Argouane. Mon opinion est que l'Argouane ne pousse sur la souche du Panicaut qu'à l'automne suivant l'année où la plante se dessèche. »

Georges Bernard, mycologue bien connu (il est mort le 25 octobre 1925) de la région de la Charente, affirme qu'en Algérie il a vu sur la Férule (*Pleurotus Ferulæ*) non seulement le Champignon sur les souches, mais aussi en saprophyte sur les feuilles de Férules couchées sur le sol, en train de se décomposer.

J'ai fait également interroger par un de mes correspondants, M. Girard, un agriculteur récoltant l'Argouane dans le marais poitevin (1), habitant à Saint-Félix, canton de Loulay (Charente-Inférieure) : « L'opinion générale est que les Argouagnes ne poussent pas sur les pieds de l'année » (7 décembre 1923).

Je dois dire que les opinions précédentes s'accordent avec celles de Paulet et de Seynes et même de Magnol.

La solution qui consiste à envisager les Pleurotes comme uniquement saprophytes des feuilles mortes conduit à recher-

Fontainebleau. La figure 2 est la photographie réduite d'un tiers d'un des Champignons obtenus. (*Note ajoutée pendant l'impression.*) (Voir *C. R. Ac. Sc.* séances des 12 et 19 octobre 1925.)

(1) La description suivante du Marais poitevin m'a été donnée par M. Faideau. Ce sont des pâturages qui sont séparés par des fossés remplis par l'eau douce, communiquant avec la mer. Ils sont divisés en carrés ou rectangles où paissent les animaux (Bœufs et Vaches). A l'entrée, il y a souvent de l'eau, et il faut pour y aller des bottes de caoutchouc.

cher si on ne pourrait pas cultiver le Champignon sur une meule formée de feuilles d'*Eryngium*. Cette idée, qui est venue à l'esprit de M. Faideau, l'a conduit à tenter une expérience dans ce sens. J'ai fait, de mon côté, une meule au labora-

Fig. 2. — Un des *Pleurotus Eryngii* qui ont poussé à la nouvelle station créée expérimentalement dans la forêt de Fontainebleau (réduction d'un tiers) (Voir p. 786, note 2).

toire de Fontainebleau de terre et de feuilles et tiges décomposées de cette Ombellifère. Le résultat a été nul jusqu'ici dans les deux cas (1).

(1) M. Faideau m'a affirmé s'être trouvé un jour en présence d'une sorte de meule d'Argouane. C'était une butte de sable de 3 mètres de haut et de 5 mètres de large. Elle était couverte de fructifications du Champignon, c'était merveilleux. Il y a là un fait très extraordinaire qui, s'il était confirmé, serait très intéressant.

Les phénomènes singuliers que j'ai eu l'occasion d'observer dans les Alpes de Savoie, en récoltant le Pleurote alpestre, m'avaient conduit à envisager deux autres hypothèses que le saprophytisme pour les expliquer : le parasitisme ou la symbiose.

C'est après le *fauchage* des herbages, huit ou quinze jours après l'opération, que les Champignons apparaissent sur les souches dans la Vanoise. Quand on arrache le Champignon avec précaution, de manière à enlever la partie souterraine. on remarque d'une manière constante que le pied est fixé sur les restes d'une plante supérieure qui apparaissent comme une sorte de couronne de fibrilles desséchées, qui sont les restes des gaines fibreuses de l'Ombellifère. A ce stade de décomposition de la souche de cette dernière plante, il est difficile de savoir quelle espèce sert de support. Seuls l'*Eryngium alpinum* et le *Laserpitium latifolium* présentent l'effilochage caractéristique. Ni l'*Heracleum spondylium*, ni le *Chærophyllum hirsutum*, ni d'autres espèces de la même famille qui sont assez communes (quoique beaucoup moins que la première) ne présentent pas une pareille désintégration à la base.

Quand on fend le support du Champignon bien développé formé par l'Ombellifère, on voit qu'il est creux et n'est composé que d'un étui formé par la base des débris des gaines foliaires. Il semble donc découler de cette constatation que l'Ombellifère est morte, et l'opinion du saprophytisme peut paraître justifiée. Mais, si l'on récolte des Champignons plus jeunes et si l'on multiplie les observations, on peut voir qu'alors le support n'est pas creux. La photographie ci-jointe (fig. 3), dans laquelle l'étui a été ouvert, montre une sorte de moelle qui a les caractères de quelque chose de vivant. En faisant des coupes en séries dans cette partie (souvent de 10 centimètres de long et plus), on voit qu'elle est composée d'un pseudoparenchyme fungique colorable à la thionine et au milieu des filaments enchevêtrés du Champignon des fragments de faisceaux libéro-ligneux et des débris de tissus parenchymateux qui ont tout à fait l'aspect de parties normales, qui sont en voie de résorption sans cependant déceler par aucun symptôme que la mortification les a

atteintes. Le Champignon paraît véritablement en train de dévorer ce qui reste de vivant dans la plante, à la suite du fauchage (fig. 4). On voit parfois des ébauches de petites fructifications du Pleurote, plus petites qu'un petit Pois, qui se forment entre les fibrilles de l'Ombellifère formant étui à la base de la souche, qui est, dans ce cas, manifestement encore vivante. A ce stade, il y a parasitisme. Ce mode de vie est-il de courte durée ? Rien, avant le fauchage, ne trahissait dans ces superbes herbages d'*Eryngium alpinum* et de *Laserpitium latifolium* aucun symptôme de maladie parasitaire.

Fig. 3. — Pleurote alpestre. La souche d'Ombellifère a été fendue ; elle est vivante dans sa partie médullaire.

Il me paraît assez vraisemblable d'admettre, et c'est à titre d'hypothèse que je formule cette opinion, que l'opération brutale du fauchage doit avoir une conséquence sur la vitalité de la souche : la mortalité n'en découle pas d'une manière immédiate, mais la plante a subi une sérieuse atteinte qui a un retentissement vraisemblablement sur les fines racines qui renferment des mycorhizes (1). La véritable difficulté serait donc de rendre compte pourquoi, dans la nature, il y a présence simultanée au même point du mycélium et de l'Om-

(1) C'est un fait que nous avons constaté pour diverses Ombellifères montagnardes, M. Magrou et moi, et qui sera exposé d'ici peu dans un travail en préparation (*Eryngium alpinium*, *Astrantia major*, *Bupleurum ranunculoides*, etc.).

bellifère. Il est vrai que ce rapprochement est probablement accidentel et l'effet du hasard ; s'il n'a pas lieu, l'*Eryngium* se dessèche, meurt et disparaît : c'est là ce qui a lieu le plus souvent au nord de la Loire, car, dans la France du Nord, le Pleurote est tout à fait sporadique ; dans le Midi, le mycélium étant beaucoup plus commun, la rencontre des deux plantes devient plus fréquente et les chapeaux des Oreilles de Chardons plus répandus. Cette manière de voir justifierait la nécessité d'introduire des mises de blanc pour créer de nouvelles stations de Pleurotes.

Dans les marais poitevins de la Charente, où la récolte de l'Argouane sur le Chardon roulant ou roland est si abondante, l'apparition des chapeaux est peut-être liée à l'action des bestiaux, qui, en broutant, réaliseraient une sorte de fauchage. On peut, à ce propos, citer une remarque extrêmement intéressante de Georges Bernard, qui connaissait si bien cette curieuse région. Dans une lettre de M. Faideau, il me disait, à ce propos : « Il pense que le Champignon se développe sur les souches après rupture des feuilles sous l'action du piétinement des bestiaux » (lettre du 21 janvier 1924).

Une autre remarque du même observateur sagace doit être également relevée : il a affirmé avoir vu le Pleurote sur des *Eryngium* où il y avait encore des feuilles vivantes.

M. Ménégaux, d'autre part, a récolté très tard dans la saison (du 15 au 20 septembre) le Pleurote alpestre sur les Chardons bleus non fauchés (1). Comme le fauchage des parties basses (de 1 450 à 1 800 mètres) avait été déjà fait, il a fallu pour faire cette constatation s'élever à près de 1 800 ou 1 900 mètres, très près du chemin du Col des Saulces. J'ai noté de suite ce fait curieux avec la date du jour où il m'a fait cette communication intéressante (le 22 octobre 1923).

Dans ces derniers cas, les plantes n'étaient pas mortes, ce qui s'accorde avec les observations précises que j'ai pu faire : elles étaient simplement affaiblies. A titre d'hypothèse, on peut penser que l'action défensive peut venir des racines et se traduit peut-être, en pleine santé, par des anticorps qui

(1) Ils n'étaient pas morts, mais les fleurs étaient passées.

s'opposent à la pénétration du Pleurotes. Le rôle de ces substances a été prouvé avec netteté par les expériences de Noël Bernard, confirmées par M. Magrou (1). Si la plante est affaiblie par une blessure ou par l'approche de la mort, par dessiccation à l'automne, par arrivée des froids de l'hiver

Fig. 4. — Partie médullaire de l'Ombellifère de la figure 3 en section. — *a*, pseudoparenchyme du Pleurote ; *b*, faisceaux de l'Ombellifère.

(qui se manifestent très tôt à 1 800 ou 1 900 mètres), l'invasion deviendrait possible et le parasite achèverait de faire mourir l'*Eryngium* qui s'acheminait vers une mort naturelle. Dans ces conditions, la fructification apparaîtra. Elle pourra

(1) *Ann. sc. nat.*, 1913, 1924 pour les Orchidées.

ne mortifier que la partie supérieure de la souche ou un de ses rameaux, le reste demeurant vivant.

On lèverait ainsi la difficulté soulevée par les auteurs qui invoquent seulement le saprophytisme pour expliquer le mode de vie des Pleurotes, mais qui n'arrivent pas à faire comprendre pourquoi ce Champignon pousse exclusivement *dans la nature* (1) sur les Ombellifères, à l'exclusion de tant d'autres débris de plantes mortes qu'il rencontre dans le sol ou à sa surface (2).

(1) Une observation de M. Guillemot [Les Champig observés à Toulouse et dans les environs 1890-91 (*Bull. Soc. myc.*, t. IX, 1893, p. 27)] est à retenir : il dit avoir observé le *Pleurotus Eryngii* sur les racines de *Carlina acanthifolia* ou *acaulis*. C'est la seule observation de cette nature qui a été faite jusqu'ici Elle serait à confirmer. Les observations des Argouanes sur les Ombellifères se comptent, au contraire, par milliers, faites par tous les mycologues et agriculteurs qui récoltent l'Argouane.

(3) Lutz, Sur la spécificité vis-à-vis de leur support des Champignons du groupe des *Pleurotus Eryngii* (*C. R. Acad. Sc.*, t. CLXXX, p. 1044, 1925).

ACTUALITÉS BIOLOGIQUES

UN IMPORTANT PROBLÈME DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE (LES ALGUES SIPHONÉES CALCAIRES)

J'ai exposé, en 1921, comment Munier-Chalmas, à la demande du professeur Bureau, avait fait exécuter des planches murales d'enseignement, afin de permettre à ce dernier d'exposer les remarquables découvertes faites sur les Algues siphonées fossiles par cet illustre savant.

Ces planches sont actuellement dans les collections de la chaire d'Organographie et de Physiologie du Muséum national d'Histoire naturelle, qui a la charge de la Paléontologie végétale. Les dessins qui s'y trouvent représentés sont inédits. Beaucoup d'entre eux permettent exactement de savoir ce que Munier-Chalmas entendait par des genres dénommés par lui sans description. Comme il s'agit d'une œuvre capitale, il est utile de faire connaître que, grâce à MM. Jean et Lucien Morellet, qui ont pu avoir communication des documents étudiés par Munier-Chalmas, la plupart des types ont été soigneusement précisés et bien décrits. Ces auteurs ont pu d'ailleurs découvrir des genres nouveaux très intéressants et préciser divers points qui méritaient d'être éclaircis. Malheureusement ces deux hab les géologues n'ont pas eu connaissance du document cité plus haut, et ils n'ont pas pu définir quelques genres importants,

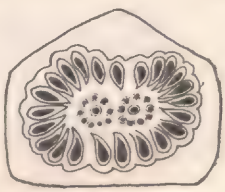


Fig. 1. — *Hagenmülleria* (sans nom spécifique) d'après Munier-Chalmas (planche d'enseignement du professeur Bureau.)

notamment les *Hagenmülleria* (sans nom d'espèce). Je crois utile de reproduire ici le dessin de Munier-Chalmas (fig. 1) avec l'espoir qu'on parviendra à le retrouver dans quelque collection ou sur le terrain.

Voici un tableau qui permet de caractériser, d'après MM. Morellet, les Algues siphonées verticellées du tertiaire parisien. Ils distinguent trois tribus bien caractérisées :

1° Dasycladées : à tube cylindrique allongé ;

2° Bornetellées : en doigt de gant, ouvert à un bout, arrondi et fermé à l'autre ;

3° Acétabulariées : ayant un ou plusieurs chapeaux au sommet du pied (rappelant les chapeaux d'un Agaric).

Deux autres tribus sont moins bien étudiées :

4° Thyrsoporellidées : à branches secondaires se ramifiant en fourche ;

5° Utériées : à articles superposés en tonnelets ; tube central ouvert aux deux bouts et à deux sortes de canaux secondaires en verticilles.

I. Dasycladées.

A. *Plus de deux* rameaux secondaires stériles (fig. 2, B) par verticille (entourant la cavité reproductrice)..... ..... *Cymopolia* Lamouroux (1).

B. *Deux rameaux* (exceptionnellement trois) secondaires stériles par verticille (accompagnant la cavité reproductrice).

a. Rameaux secondaires stériles et sporanges, *non* dans un même plan.

γ. Rameaux *primaires* et secondaires *fortement calcifiés* (fig. 2, A)..... *Meminella* (2) J.-L. Morrel.

β. Rameaux *primaires dépourvus* de calcaire (fig. 2, C)..... *Larvaria* (3) de France.

(1) Deux espèces : *Cymopolia elongata* [*Polytripa* ; *Karreria* Munier Ch. : *Dactylopora elongata* d'Orbigny ; *Dactylopora cylindricea* (Lamarck) Parker et Jones ; *Dactyloporella cylindracea* Gümbel ; *Dactyloporella saccata* Gümbel (Lutétien)]. — *Cympolia Zittelli* [*Karreria Zittelli* Munier Ch. (collect. Steinmann) ; *Karreria elegans* Munier Ch. (collect. Bornet) (Lutétien)]. Une espèce décrite en 1917 : *C. Dollfusi*.

(2) *Meminella larvariodes* (Lutétien).

(3) Cinq espèces : *L. reticulata* et *limbata* (Lutétien), *L. fragilis* (Thanétien), *L. auversiensis* (Auversien), *L. filiformis* (Lutétien et Auversien). Genres

b. Rameaux stériles et sporanges *dans un même plan* (fig. 3).

α. Rameaux primaires *non* calcifiés (fig. 3, B)..... ..... *Neomeris* (1) Lamouroux.

β. Rameaux *primaires* et secondaires *calcifiés* (fig. 3)..... *Lemoinella* (2) J. et L. Morell.

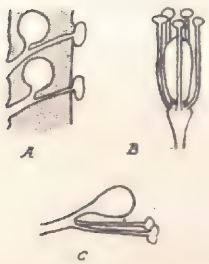


Fig. 2. — A, *Meminella larvariodes*, deux grosses cavités reproductrices insérées sur des rameaux secondaires, parties grises sont calcifiées. — B, *Cymopolia Zittelli*, plusieurs rameaux secondaires stériles autour de la cavité reproductrice. — C, *Larvaria Defrancei*. (D'après MM. Morellet.)

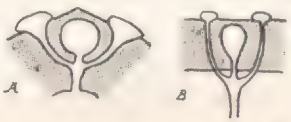


Fig. 3. — A, *Lemoinella geometricea*. — B, *Neomeris vaginospora*. (D'après MM. Morellet.) Parties calcifiées en pointillé.

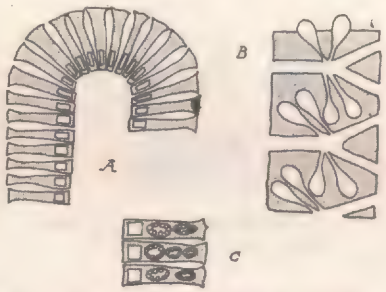


Fig. 4. — A et C, *Digitella dactyloporioides*. — B, *Jodotella veslensis*. (D'après MM. Morellet.)

II. BORNETELLÉES (genre actuellement vivant : *Bornetella*).

A. Chambres *sporangiales* de petite taille (pas de spores visibles), groupées autour de la partie externe des canaux radiaux où elles débouchent..... ..... *Dactylopora* (3) Lamarck.

B. Surface *interne* montrant plusieurs *sporanges* intimement *soudés* à la paroi et montrant sur leur partie

synonymes : *Parnesina* Munier Ch. ; *Haploporella* ; *Dactyloporella* Gumbel. — Espèce décrite en 1908, *Larvaria cramphora* Munier Ch. (*Soc. géol.*, 1908, p. 97).

(1) Six espèces : *N. annulata* et *fragilis* (Lutétien) ; *N. scrobiculata* (Cuisien) ; *N. arenularia* (Lutétien) ; *N. herouvaliensis* (Cuisien, Lutétien) ; *N. Courtyi* (Stampien). Genres synonymes : *Decaisnella* Munier Ch. ; *Dactylopora* ; *Haploporella*.

(2) Une espèce : *Lemoinella geometricea* (Lutétien de Grignon) — Espèce décrite en 1917, *Lemoinella Bureaui* (Bretagne et Cotentin).

(3) Une espèce : *D. cylindracea* (Lutétien, Auversien). Synonyme : *Retipsorites* Bosc ; *Thyrsoporella cribrosa* Gümbel.

libre *plusieurs cavités sphériques* (spores) (fig. 5, A-D) ..... *Zittellina* (1) Munier Ch.

C. Canaux radiaires *renflés* vers l'extérieur ; sporanges (*avec spores*) peu nombreux, mais de forte taille, occupant presque tout l'intervalle entre deux canaux voisins (fig. 4, A et C). *Digitella* (2) J. et L. Morell.

D. Forme générale inconnue ; *parois épaisses* traversées par des canaux radiaires *bifurqués* à la périphérie dans lesquels *débouchent latéralement avant la bifurcation* un petit nombre de sporanges (fig. 4, B).. .....*Iodotella* (3) J. et L. Morell.

E. Genre imparfaitement connu. *Sporanges libres* (avec *spores*) (fig. 5, B et C). *Terquemella* (4) Munier Ch.

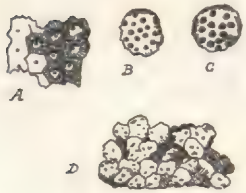


Fig. 5. — A et D, *Zittellina*. — B et C, *Terquemella*. (D'après MM. Morellet.)

Fig. 6. — *Acicularia* (*Briardina*) *Munieri* (D'après MM. Morellet.)

F. Doigtier à *cuticule fragile*. *Sporanges plurispores* accolés et disposés en *plusieurs lits* concentriques, irréguliers, laissant entre eux des *espèces vides* en verticilles réguliers (canaux radiaires grêles souvent disparus)..... *Maupasia* (5) Munier Ch.

III. Acétabulariées.

A. Chapeau fructifère *isolé* (en général). Rayons du chapeau *bombés* avec des sporanges en haut, en bas et

(1) Une espèce : *Z. elegans* (Lutétien).

(2) Une espèce : *D. dactyloporoides* (Échampien, prés Lizy-sur-Ourcq : couche auversienne marno-sableuse à *Potamides*).

(3) Une espèce : *I. veslensis* (Thanétien de Châlons-sur-Vesle).

(4) Deux espèces : *T. parisiensis* et *macrocarpa*.

(5) Se rapproche de *Zittellina* par l'*abondance* des sporanges *soudés* entre eux (à solidité inconnue à *Zittellina*) ; s'en distingue parce qu'ils sont en *plusieurs lits concentriques* (ce qui le rapproche de *Digitella* ; ce dernier se distingue par le nombre plus considérable de sporanges et l'absence de ciment). Une espèce *M. Dumasi* (1917).

extérieurement..... *Acicularia* (1) d'Archiac.

B. Rayons du chapeau *non* bombés à sporanges supérieurs et inférieurs (fig. 6)..... ..... *Acicularia* (1) (sect. *Briardina* Munier Ch.).

C. Chapeaux *superposés* en entonnoir surmontés par de fins tubes calcaires stériles (chapeaux stériles ; cha-

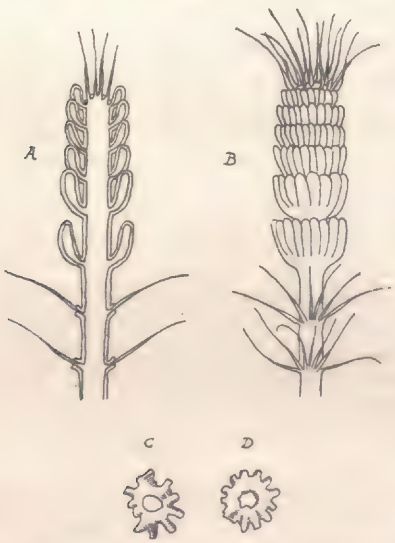


Fig. 7. — *Clypeina*. — A, section longitudinale ; B, reconstitution ; C et D, fragments isolés des chapeaux. (D'après MM. Morellet.)

peaux isolés apparaissant comme une roue dentée) (fig. 7)..... *Clypeina* (2) Michelin.

IV. Thyyrsoporellidées.

A. *Tube* calcaire *continu*, parfois bifurqué (fig. 9)..... ..... *Thysoporella* (3) Gümbel.

(1) *Acicula pavantina* (Lutétien, Auversien, Bartonien) ; *A.* (*Briardina*), *Munieri* (Lutétien).

(2) Deux espèces : *Cl. marginoporella* (Lutétien, Auversien) ; Stampien (Oligocène) ; *Cl. digitata* (Cuisien, Ypresien). Genre rattaché aux *Dactylopora* par Parker et Jones et à *Haploporella* par Gümbel. Munier-Chalmas le plaçait près des *Halicoryne*. MM. Morellet l'ont rapproché des Acétabulariées. — *Clypeina helvetica* (Bartonien à facies littoral ; couches à Cerithes de Lapiez du Zaufleuron).

(3) Une espèce : *T. cancellata*.

B. Articles calcaires creux *ovoïdes* ou allongés ayant parfois deux ouvertures (fig. 8). *Gümbellina* (1) Munier Ch.

V. Utériées.

Un genre ..... *Uteria.*

Nous mentionnerons, en terminant cette revision, deux travaux récents de deux auteurs italiens de 1922, celui de Rita Raineri, qui a étudié les espèces des roches cal-

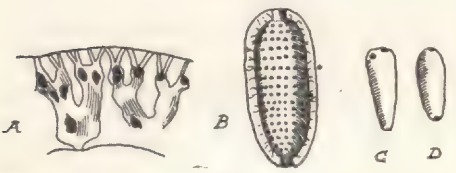


Fig. 8. — *Gümbellina Borneti.* — A, section avec ramification des canaux secondaires ; B, section longitudinale d'un doigtier ; C et D, deux articles séparés. (D'après MM. Morellet.)

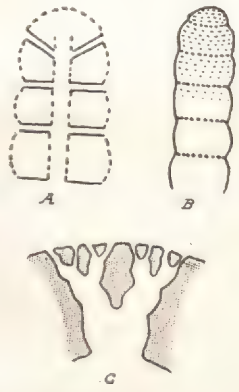


Fig. 9. — A et B, *Uteria* : A, section ; B, aspect extérieur. — C, *Thyrsoporella.* (D'après MM. Morellet.)

caires] de Libye : *Boueina*, *Neomeris Actinoporella* ; ce travail renferme une description d'un genre nouveau (et espèce nouvelle) : *Trinocladus tripolitanus* ayant des affinités avec les *Dasycladus* ; on y trouve une nouvelle espèce de *Gyroporella* développée sur *Oogué di Characée.* Amalia Baretti a étudié les Siphonées fossiles des Apennins et nouvelles espèces de *Triploporella* et *Cymopolia.*

Malgré ces travaux, il reste à savoir ce que Munier-Chalmas entendait par les genres suivants : *Parkerella*, *Hermitella*, *Orioporella*, *Carpenterella* ; la figure citée plus haut laisse entrevoir ce qu'il désignait comme *Hagenmülleria* (fig. 1).

J. Costantin.

(1) MM. Morellet ont changé ce nom de genre en *Belzungia.* Il paraît cependant que le nom ancien de Munier-Chalmas doit être conservé. *Gümbellina bellovacina* Munier Ch. (Collect. Steimann) = *Belzungia Bornetti* (Thanétien de Boncourt, Oise).

BIBLIOGRAPHIE

Amalia Baretti. — *Atti. Soc. ital. Sci. nat. Museo civico Storia nat.*, Milano, 1922, t. LXI, p. 115 ; analysé brièvement in *Quat. Journ. of microsc. Soc.*, 1924, p. 335.

Costantin. — Sur les Siphonées calcaires fossiles de Munier-Chalmas (*Comptes rendus de l'Acad. sc.*, t. CLXX, p. 1028, 3 mai 1920).

Morellet (Lucien). — Deux Algues siphonées verticillées du Thanétien de Boncourt (Oise) (*Bull. Soc. géolog. fr.*, t. VIII, 1908, p. 97).

Morellet (Jean et Lucien). — Les Dasycladées du Tertiaire parisien (*Mém. Soc. géolog. fr.* ; *Paléontologie*, 1913, n° 47, 24 fig., 3 planches, 43 pages). — Contribution à l'étude de la Flore phycologique du Thanétien (*C. R. sommaire des séances Soc. géolog.*, 17 déc. 1917, p. 213). —Les Dasycladées tertiaires de Bretagne et du Cotentin (*Bull. Soc. géolog. fr.*, t. XVII, 1917, p. 362-372). — Observations sur le genre *Clypeina* Michelin (*Bull. Soc. géolog. fr.*, t. XVIII, 1918, p. 102-105).

Munier-Chalmas. — *Comptes rendus de l'Acad. sc.*, t. LXXXV, 1877, p. 814 *Bull. Soc. géolog. fr.*, t. VII, 1879, p. 666).

Rita Raineri. — *Atti. Soc. ital. Sc. nat. Museo civico Storia nat.*, Milano, 1922, t. LXI, p 72 ; analysé brièvement, in *Quart. Journ. of microsc. Sc.*, 1924, p. 335).

PUBLICATIONS REÇUES EN 1925

JOURNAL DE LA STAT. AGRONOMIQUE DE LA GUADELOUPE (V, nº 1).

KOPP (A.). Observations géologiques et agronomiques sur Marre-Galante, 2.
BERNARD (M.). Les tourteaux dans l'alimentation du bétail, 21.
CARLE (C.). Utilisation des fruits tropicaux, p. 26.
KOPP (A.). La question des sols et engrais, p. 29.

NEW-YORK STATE AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION GENEVA N. Y.

GLOYER (W. O.) and HUGH GLASGOW. Cabbage seedbed diseases and *Delphinium* Root Rots. Their relation to certain methods of Cabbage Maggot Control (*Bull.*, nº 513, fév. 1924).
CLAYTON (E.-E.). Investigations of Cauliflower Diseases on Long Island (*Bull.*, nº 506, janv. 1924).
FRIEND LEE MICKLE and ROBERT S. BREED. A Gaseous fermentation of Tomato pulp and related products (*Technical Bull.*, nº 110, janv. 1925).
ALWIN BERGER. A Taxonomic Review of Currants and Gooseberryes (*id.*, nº 109, déc. 1924).

COMITÉ INTERMINISTÉRIEL DES PLANTES MÉDICINALES ET ESSENCES

Nos plantes médicinales de France (Montaudon, éditeur).

Assemblée générale, 12 juin 1925.
ABRIAL. Notes sur la culture de quelques plantes médicinales du Midi de la France.

ACTA BOTANICA INSTITUTI BOTANICI R. UNIVERSITATIS ZAGREBENSIS (vol. I, 1925).

GJURASIN (STJ.). *Mycogalopsis retinospora* nov. gen. et nov. sp. et son développement, p. 1 à 14.
HOWAT (I.). Development and affinities of the Fern *Cheilanthes*, p. 15 à 21.
SKORIC (V.). Mykorhiza bei einigen Thymeleaceen.
JURISIC (P.). Die Geschwendigkeitsänderung der Protoplasmaströmung in der Pflanzenzellen, p. 25 à 31.
ARNOLD (Z.). Peklos Hypothese über den mykogenen Ursprung des Aleurons, p. 32 à 36.
VOUK (V.). Ueber den plastidogenen Ursprung der Aleuronkörner, p. 37 à 43.
BOIC (D.). Ueber den chemischen Charakter der Peridie, des Kapillitiums und den Sporen membranen bei Myxomyceten, p. 44 à 63.
ERCEGOVIC (A.). La végétation des lithophytes sur les domites de Croatie, p. 64 à 114.

PEVALEK (L.). Die Formen von *Laserpitium peucedanoides* L., p. 115 à 120.
BOSNJAK (K.). Contribution à la Flore de Psunj dans le sud-ouest de la Slavonie, p. 120 à 133.
PISPEK (A.). Contribution à la connaissance des Mucorinées du sol de la Yougoslavie, p. 134 à 144.
VOUK (V.). Institut bot. de l'Université de Zagreb, p. 144 à 148. — Contents of papers issued by the Botanical Institute of the University of Zagreb from 1913-1923, p. 148-158. — Papers published by the Botanical Institute of the University of Zagreb from 1923, 1925, p. 158 et 159.

ECOLOGY

LE ROY ABRAMS. The Origin and Geographical affinities of Flora of California, p. 1.
PESSIN (LOUIS-J.). An Ecological Study of the Polypody Fern *Polypodium polypoides* as an Epiphyte in Mississipi, p. 17.
BARBER (G.-W.). European Corn Borer *Pyrausta nubilabis* in the New England during 1923, 39.
KORSTIAN (C.-F.). Effects of shading Coniferous Nursery Stock, p. 48.
BROKER KLUGH. *Reviews:* The Measurement of Light in Plant Ecology (Lundegärdh), p. 82.
SAMPSON. Activities of Roots, p. 185.
FORREST SHREVE. Deserts of California, p. 123.
GATES (F. C). and SEWELL (M. G.). Tillage and Weeds, p. 138.
WOODWARD (JOHN). Distribution of Tree (Illinois).
TOURNEY (J. W.) and STICKEL (P. W.). A New Device for taking Maximum and Minimum Soil Temperatures in Forest Investigation, p. 171.
BROOKER KLUGH. *Reviews*. Flowers visiting Insects and the Reflection of ultraviolet by Flowers (Lutz), p. 179.
MILLER (EDWIN C.), p. 183. Root Behavior under Irrigation.
BROOKER KLUGH. Ecological Photometry and New Instrument for Measuring Light, p. 203.
BELEYA (H. C.). Wind and Exposure as Limiting Factors in the Establishment of Forest plantations, p. 238.
SHAPOVALOV (Michael). Ecological Aspect of a Pathological Problem (Western Yellow-Blight of Tomatoes), p. 241.
GEORG (B.) RIGG. Some *Sphagnum* Bogs of the North Pacific Coast of America, p. 260.
SHELFORD (V. E.). The Hydrogen Ion Concentration of certain Western American Inland Waters, p. 279.
WILSON (O. T.). Some experimental Observations of Marine Algal Successions, p. 303.
KORSTIAN. *Reviews*: Insolation and Natural Regeneration of Conifers in New England, p. 315.

RESUMPTIO GENETICA

Par le professeur LOTSY (J. P.) et le Dr KOOIMAN (H. N.), s'-Gravenhage Martinus Nijhoff, 1924.
Fasc. I, Bibliographia nova : Analyses des ouvrages de WINKLER (H.) : Ueber die Rolle von Kern und Protoplasma bei der Vererbung (*Zeitschr. f. ind. Abst u. Vererb.*, XXXIII, 238-253, 1924). — CLAUSEN, Increase of chromosome numbers in *Viola* experimentally induced by Crossing (*Hereditas*, V, 29-32, 1924). — CORRENS (G.), Lang und Kurz griffelige Sippem bei *Veronica gentianoides* (*Biol. Zbl.*, XLIII, 610-630). — HAKANSSON, Beitrage zur Zytologie eines *Epilobium* Bastard (*Bot. Notiser*, p. 269-278, 1924). — KRISTOFFERSSON (K. B.), Colour Inheritance in the Seed Coat of *Phaseolus vulgaris* (*Hereditas*, V, p. 33-43), etc.

Fasc. II, Bibliographia nova : Analyses : CUNNINGHAM (J. T.), Origin of adaptations : Present position of the question in relation to recent research (*Rep. Br. Assoc. Adv. Sc.*, 91 meeting, p. 447). — ANTHONY, Une récente critique de l'Évolutionnisme (*Rev. gén. sc.*, t. XXXV, p. 38-42). — PRINGSHEIM (E.), Physiologische Studien an Moosen, 2 Mitt (*Jahrb. Wiss. Bot.*, t. LXIII, p. 159-171, 1924). — AFZELIUS (K.), Embryologische und zytologische Studien in *Senecio* (*Acta Horti Bergiani*, t. VIII, p. 123, Upsal, 1924). — BARKER (H. D.) and HAVES (H. K.), Rust resistance in Timothy (*Phytopath.*, t. XIV, p. 363-371). — BELAR (K.), Neue Untersuchungen über Geschlechts chromosomen by Pflanzen (*Zeitschr. f. und Abst. und Vererb.*, t. XXXV, p. 172-175). — BRUNSWICK (H.), Experimentelle Untersuchungen über der Sexualität der Basidiomycetengattung *Coprinus* (*Zeitschr. f. und Abst. und Vererb.*, t. XXXIII, p 257-258). — H. DE VRIES, Mutationen und Præmutationen (*Die Naturw.*, 1924, H. 14, 8 S.). — WETTSTEIN (F. Va.), Morphologie und Physiologie der Formwechsels der Moose auf genetischer Grundlage (*Zeitschr. f. und Abst. und Vererb.*) ; IDEM, Kreugungsversuche mit multiploiden Moosrassen (*Bot. Zbl.*, t. XXXIII, 1-236 ; t. XXXIV, 145-168).

PROCEEDINGS OF THE PORTLAND SOCIETY OF NATURAL HISTORY (vol. III, 1923, part. 3).

HILL (ALBERT-FREDERICK). The vegetation of the Peusbscot Bay region Maine, p. 307 à 436, 50 photographies.

ANNUAL REPORT OF THE BOARD OF REGENTS OF THE SMITHSONIAN INSTITUTION, 1922 (publié en 1924) (1 vol. 533 pages).

Botanical expedition to the Orient, p. 9. — Australian expedition, p. 9. — Biological exploration in the Dominican Republic, p. 10. — Flora of the Philippine Islands, p. 12. — Who will promote science, by ABBOT (G. G.). — Photosynthesis and the possible use of solar energy, by SPOEHR (H. A.). — Some aspects of the use of the annual rings of trees in climatic study by prof. DOUGLASS (A. E.). — Two decades of genetic progress by EAST (E. M.).

Boletun da Associaçao Brasileira de Pharmaceuticas, 1924, t. V., nº 5.

MÉMOIRES SÉPARÉS

BERT CUNNINGHAM and CARRIE HEARNE, Some observations upon the reproductive rate of *Euglena tripleris* and *Endorina* (Reprinted from the *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, vol. XL, nºs 3 et 4, décembre 1924, Pl. XXXII à XXXVI).

BIANCHINI et (GIUSEPPA) et MANFRINI (PAGLO). La micologia del cadavere umano nei rispetti della cronoligia della morte e delle trasformazioni fanatologiche (*C. R. Accademia dei Fiscocritici in Siena nell'Adunanza*, 28 nov. 1924).

BOLOGNESI (GIUSEPPE) et CHIURCO (GEORGIO ALBERTO). Concetti clinico patogenetici sul « Noma » (*Rivista la Stomatologia*, vol. XXII, ann. 1924, 46 p., 20 figures).

BOLOGNESI (G.). Les travaux parus en Italie dans l'année 1922 sur les néoplasmes (*La Neoplasmea, Revue exclusivement consacrée à la littér., à l'étude et à la thérapeutique des tumeurs et cancers*, 1923, nº 1).

— Micosi chirurgiche sperimentali (*R. Accademia dei Fisiocritici in Siena*, 11 maggio 1920).

BROEK (VAN DEN). Dessiccat. et conserv. des Orchidées en herbier (*Jardin d'agrément*, 4e année, 12 fév. 1925).

BROWNE (ISABEL). Notes on the cones of the *Calamostachys* type in the Renault and Roche collections (*Annals of Bot.*, XXXIX, nº 154, avril 1925).

BUGNON (Pierre). 1° Origine, évolution et valeur des concepts de protoxylème et métaxylème; 2° Nouvelles remarques sur la théorie de la phyllorhize (*Bull. Soc. Linnéenne de Normandie*, 7e série, t. VII, 1924, p. 83 à 151 et 151 à 162, extrait paru 15 mars 1925).

CASTLE (W. E.). — Heridity in Rabbits and Guinea Pigs (*Bibliographica Genetica*, I, 1925).

CHURCHO (G. A.). Simbosi tra ifomiceti e Schizomiceti in rapporte al loro potere patogeno (*R. Accademia dei Fiscocritici in Siena nell' Adunanza*, 30 maggio 1924, 15 p., 2 planches).

DAVY DE VIRVILLE (A.) et OBATON (F.). Étude biologique de l'épanouissement des fleurs (*Rev. gén. bot.*, XXXVI, p. 49).

DAVY DE VIRVILLE (A.). Note sur la Flore de Montgiroux (*Bull. Mayenne Sciences*, 1923, publié en 1924).

DELÉPINE (MARCEL). La théorie du carbone asymétrique (*Bull. Soc. chimiq. fr.*, 22 déc. 1924).

DUFRESNOY (JEAN). Les tumeurs des résineux (*Ann. Inst. agron.*, t. XIX, 1925, p. 33 à 201, 115 figures dans le texte).

FALCHI (G.). Osservazioni diagnostishe e terapeutiche sulla tricofitina Pollacei (Tineatoxin) (*Istituto Sieroterapico e Vaccinogeno Toscano*, dir. Achille Slavo, 1924).

HEILBORN (O.). — Genetic Cytology and Genetics in Carex (*Bibliographica Genetica*, I, 1925), s'-Gravenlsage Martinus Nijhoff.

HEIM (Sous la direction de F.). Riz et Riziculture (*Agence générale des colonies et Comité d'encouragement aux recherches scientifiques coloniales. — Section du Riz*, vol. I, fasc. 1, 1er mars 1925, p. 1 à 112; fasc. 2, mai 1925, p. 113 à 228).

HICKEL (R.). Un précurseur en Dendrologie, Pierre Belon (1517-1564), 1924, p. 43.

HINBURY (M. W. H.). Rapp. La product. cotonnière de l'Empire britannique, présenté à la confér. impériale des textiles de Wembley (10 juin 1924) (*Union coloniale française, publication du Comité d'action agricole coloniale*. Traduct. de M. L. Drouot, 18 pages).

JARRIN (Albert). Sur la nutrit. des pl. alpin. (Chambéry, 1925).

JUILLET et DIACONO. Essai de destruction du pou de corps ou de vêtements (*Pediculus corporis* de Geer) par des émulsions savonneuses d'oléorésine de Pyrèthre de Dalmatie (*Comité interrn. du pl. médic.*, Notice n° septembre 1925).

JUMELLE (H.). L'œuvre scientifique de Gaston Bonnier (*Rev. gén. de Bot.*, t. XXXVI, p. 289).

LESAGE (P.). Extension du caract. acquis et faits d'hérédité dans le *Lepidium sativum* arrosé à l'eau salée (*C. R. Acad. sc.*, 16 mars 1925, p. 854).

LUMIÈRE (A.). Théorie colloïdale de la vie et de la maladie, 1925, Lyon.

MAGROU (J.). Recherches expérimentales sur le cancer des plantes (*Ann. Inst. Past.*, oct. 1924, t. XXXVIII, p. 851).

MAIGE (A.). Variat. du seuil de la condensat. amylogène avec la température (*C. R. Soc. biol.*, 12 mai 1924, t. XC, p. 685) avec la turgesc. de la cellule (*id.*, p. 1415). — Alimentat. hydrogénée de la cellule et variations nucléaires des plastides (*la Cellule*, vol. XXXV, p. 327) (*C. R. Soc. de Biol.*, t. XCII, p. 1385. — *C. R. Acad. sc.*, 16 mars et 11 mars 1925, p. 855, 1428).

MARTENS (PIERRE). — Le cycle du chromosome somatique dans les Phanérogames II, *Listera ovata*. *Vol. jubilaire V. Grégoire*, 2e partie (*La Cellule*, vol. XXXVI, p. 127-214, 2 pl.

MOLLIARD (M.). Épidémie d'*Empusa muscæ sur Melanostoma* (*Syrphus*) *mellinum* (*La feuille des naturalistes*, juillet 1924).

NICOLAS (G.). Remarques biologiques sur le *Lunaria cruciata* (L.). Dumortier. Les formations myorhiziques des Marchantiacées (*La feuille des naturalistes*, juillet 1924).

PERIN (ARRIGO). Le Micosi pulmonari e Generalita sic miceti patogeni (Pulmonary Fungi and Generalities on pathogenic fungi) (*Treatise on human micopatologica*, edited by prof. Giuo Pollacci, Siena).

PILAT (ALBERT). Contribution to the knowledge of the High Tatras Uredineæ (en tchèque, résumé anglais) (*Publicat. de la Faculté des sc. de l'Université Charles*, rédigées par San Sterba. Bœhm, 1924).

— *Psalliota Bernardii*. Quel. a *Psalliota Benesi* sp. n. (1 planche en couleurs, diagnose latine).

— Les trois espèces nouvelles des Hydnacées de Bohême (*Acia nodulosa, Radulun byssinum*).

POLLACCI (G.). Miceti del corpo umano e degli animali Roma (*Rivista di Biologia*, V, fasc. 3).

PUYMALY (DE). Recherches sur les Algues vertes aériennes (Bordeaux, Imp. Delbrel, 1924, 269 pages, 6 planches dont une en couleurs).

SARASIN (PAUL). Ueber den Kosmischen Ort der Entstehung des Lebens. Eine kritische studie (*Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*, bd. XXXV, 2 Teil., 1924).

VON FRISCH (K.). — Sinne physiologie und Sprache der Bienen (Berlin Julius Springer, 1924, 3 fig. dans le texte, *Campanula-medium, Rosa moschata*).

WINOGRADSKY (M. S.). Études sur la microbiologie du sol (*Ann. Inst. Pasteur*, avril 1925, t. XXXIX, p. 299).

STEVENS. Plant disease Fungi 1925, New-York, The Macmillan Company.

PELTIER (GEORGE L.). Further Studies on the Effect of Environment on Potato Degeneration Diseases (*College of Agriculture, University of Nebraska. Agricultural Experiment Station. Research Bulletin*, n° 29, 32 pages, 7 pl.).

GOSS (R. W.). Two Important Groups of Nebraska Potato Doseases : I. Potato Wilt and Tuber Rots; II. « Run Out » Potatoes caused by Degeneration Diseases (*University of Nebraska. Extension Circular n° 1256*, April 1925).

Icones plantarum japonicarum or coloured figures and descriptions of Plants indigenous or cultivaded in Japan (including the Bonin islands, the Luchu Islands, Formosa, Korea, the Kurile Islands and southern Saghalien) by TOKUTARO ITO, vol. I, n° 6 (Tokyo, Dobun Wan Company Ltd., n° 2, Omtejmbocho, Kanda-Ku), mars 1924, Pl. XXI : *Sanicula rubrifolia* ; Pl. XXII : *Primula Sieboldii* ; Pl. XXIII : *Saxifraga sarmentosa* ; Pl. XXIV : *Lychnis coronata* (avec des cartes de l'extension géographique) (en anglais et en japonais).

North Manchuria and the Chinese Eastern Railway (Printing) (office, Harbin, China 1924, 1 vol. in-4, 459 pages) (en anglais). — Chap. V : Agriculture ; chap. VI : Cereal trade; chap. X : Forests and lumbering industry ; chap. XIII : The flour milling industry ; chap. XIV : The bean oil industry.

PIERRE JEAN. Théorie de la Vie. — La Psychologie organique, Paris, Alcan, 1925.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME VII

Essai sur la végétation des mares de la forêt de Fontainebleau, par MARCEL DENIS 5

Recherches cytologiques et taxinomiques sur les Dermatophytes et quelques autres Champignons parasites, par LÉON GRIGORAKI ... 165

Observations sur la nutation révolutive des tiges volubiles et des rapports avec les mouvements d'enroulement, par E.-C. TEODORESCO ... 445

Les Astérinées (IVe partie). Études sur la systématique des Champignons pyrénomycètes, par G. ARNAUD 643

La symbiose chez les Hépatiques. — Le *Pellia epiphylla* et son Champignon commensal, par J. MAGROU 725

Nouvelles remarques sur les Pleurotes d'Ombellifères, par J. COSTANTIN. 781

ACTUALITÉS BIOLOGIQUES.

Un important problème de paléontologie végétale (Les Algues siphonées calcaires) 793

Publications reçues en 1925 800

5209-25. — CORBEIL. IMPR. CRÉTÉ.

Missouri Botanical Garden Library
3 1753 00216 3316